РЯЗАНЦЕВ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ автомобилей и тракторов



ОНТИ • НКТП • СССР • 1935

Электрооборудование автомобилей и тракторов

Л. М. Рязанцев

Утверждено ГУУЗом НКТП
в качестве учебника для техникумов

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА • ЛЕНИНГРАД • 1935

Редактор *С. П. Банников.* Техред *И. К. Алиханов.*

Сдано в производство 16/V 1935 г. Подписано к печати 23/VII 1935 г.
Изд. № 15. Индекс АТ-66-4-2. Уполн. Главлита № В - 17847.
Формат 62 × 94 1/16. Зак. № 629. Бум. л. 4 1/4. Объем 8,5 п. л., учетн. авт. 9,4 л.
Тираж 10 000. Тип. зн. в 1 бум. л. 106.848. Т. К. К. № 66 от 15/VII 1935 г.

2-я типогр. ОНТИ имени Евгении Соколовой. Ленинград, просп. Красных Командиров, 29.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Достижения науки и мировой технической мысли должны быть широко использованы в совхозах, колхозах и МТС. Умелое и рациональное использование техники на дело социалистического строительства — вот главная задача, поставленная партией и правительством.

В 1934 г. наш Советский союз вышел на первое место по производству тракторов (из доклада т. Орджоникидзе на VII съезде советов), в 1935 г. социалистическое земледелие будет иметь около 300 тысяч тракторов, несколько десятков тысяч автомобилей и комбайнов, оборудованных магнето и динамомашинами, причем это оборудование дорогое, сложное и требует глубокого знания для правильной его эксплоатации.

Надеемся, что предлагаемое пособие поможет учащимся с.-х. учебных заведений не только изучить физические процессы в аппаратах зажигания, которые, правда, в отдельных сложных случаях упрощены в изложении, но и овладеть практической стороной дела. Для проработки этого пособия, необходимо знание общего курса электротехники.

За все указания на недочеты и пожелания будем весьма признательны.

10/III 1935 г.

П. Рязанцев

I. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ЗАЖИГАНИЕ

Современные тракторы и автомобили в подавляющем большинстве приводятся в движение двигателем внутреннего сгорания, работающим по четырехтактному циклу Отто. Полный цикл четырехтактного двигателя, работающего на легких сортах топлива, характеризуется следующими четырьмя процессами:

1-й ход поршня — всасывание рабочей смеси,
2-й " " — сжатие рабочей смеси,
3-й " " — взрыв рабочей смеси — рабочий ход поршня,
4-й " " — выпуск отработанных газов.

В одноцилиндровом двигателе за 4 хода поршня происходит один взрыв. В многоцилиндровых двигателях число взрывов за один оборот коленчатого вала можно определить по формуле: $K = \frac{z}{2}$, где K — число взрывов за один оборот коленчатого вала, z — число цилиндров.

Рабочий ход поршня происходит вследствие давления на поршень газов, образующихся в результате сгорания смеси паров бензина (или керосина) и воздуха, воспламеняемой при помощи электрической искры.

Электрическое зажигание является в настоящее время наиболее распространенным в автотракторных двигателях, так как вполне обеспечивает воспламенение нормальной рабочей смеси, нагревающейся при сжатии до температуры 300—350° С.

Во всех современных двигателях — авиационных, автомобильных и тракторных для зажигания рабочей смеси применяется ток высокого напряжения. В момент зажигания в цилиндре двигателя между двумя неподвижными электродами, находящимися на небольшом расстоянии друг от друга, проскакивает электрическая искра высокого напряжения в 15—16 тысяч вольт, зажигающая рабочую смесь.

Необходимость применения столь высокого напряжения вызывается тем, что сжатая в цилиндре двигателя до 5—7 атмосфер рабочая смесь представляет для проходящего тока большое сопротивление.

Неподвижные электроды являются одной из основных частей приспособления, носящего название свечи, которая и является приемником электрической энергии, вырабатываемой приборами зажигания.

1. Скорость сгорания смеси

Сгорание рабочей смеси в цилиндре двигателя происходит не мгновенно, а с определенной скоростью, зависящей как от рода применяемого топлива, так и от качества рабочей смеси.

Исследованиями установлено, что температура и давление влияют на скорость сгорания незначительно, а состав рабочей смеси — весьма значительно.

Из диаграммы (фиг. 1), где отложены по вертикали скорость сгорания, а по горизонтали коэфициент избытка воздуха, видно, что скорость сгорания бензина выше, чем спирта, и кроме того она при очень богатых и бедных смесях заметно уменьшается. Очень богатая смесь, поступающая в цилиндр двигателя, полностью не сгорает и частью выбрасывается вместе с отработанными газами в атмосферу.

м/сек; 23; 21; 19; 17; 15; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2; 1.4 α; Бензин; спирт

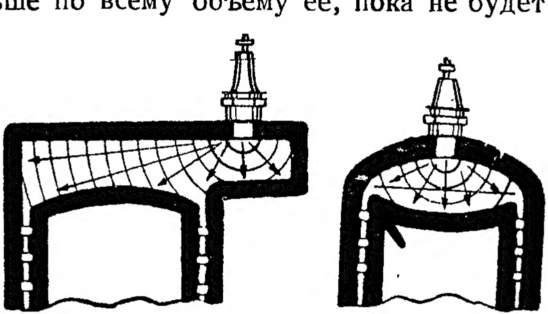
Фиг. 1. Влияние состава рабочей смеси на скорость сгорания ее.

Что касается бедной смеси, то она сгорает медленно, поэтому новая порция топлива при всасывании застает еще догорание прежнего заряда, преждевременно воспламеняется и тогда происходит, так называемая, обратная вспышка в карбюраторе.

Следует отметить, что на увеличение скорости сгорания в значительной степени влияют вихревые движения рабочей смеси, получаемые при сжатии.

Горение, начавшееся около электродов свечи в камере сгорания, распространяется дальше по всему объему ее, пока не будет охвачена вся смесь.

Потребное время для сгорания смеси в камерах различной формы неодинаково. Так, в растянутой камере сжатия при боковом расположении клапанов время для сгорания потребуется больше, чем в камере с подвесными клапанами (фиг. 2, 3).



Фиг. 2—3. Камеры сгорания с боковым и подвесным расположением клапанов.

2. Электрическая искра

Несмотря на многочисленные исследования в области электрических разрядов, вопрос этот до сих пор с исчерпывающей полнотой не освещен в силу сложности процессов, сопровождающих данное явление.

Однако целым рядом ученых твердо установлены отдельные факторы, влияющие на пробивное напряжение между непод-

вижными электродами. Исследования при помощи спектрального анализа показали, что электрическая искра, при разряде в воздухе, состоит из нагретых до температуры свечения частиц воздуха и обращенных в пар частиц металлов, входящих в состав электродов, между которыми проскакивает искра. Кроме того, мы слышим треск и обнаруживаем запах озона, который представляет химическое видоизменение кислорода воздуха (O_3).

Итак, электрическая энергия при проскакивании искры превращается в следующие виды энергии:

1. Тепловую — происходит нагревание воздуха и обращение в пар частичек металла.

2. Световую — в виде искры.

3. Механическую — слышен треск, представляющий колебание воздуха.

4. Химическую — образование озона.

Что касается длины электрической искры, то с увеличением искрового напряжения на электродах, она также увеличивается. Возьмем несколько данных о разряде конденсатора (Отдел электростатики, Эйхенвальд).

При разности потенциалов в 5000 вольт искра проскакивает в воздухе при атмосферном давлении и температуре в 20°C между двумя шарообразными проводниками диаметром в 2,5 *см* при расстоянии между ними в 1 *мм*.

С увеличением расстояния между электродами до 5 *мм* уже требуется 18 тысяч вольт, а для 1 *см* — 30 тысяч вольт.

При одних и тех же условиях с увеличением диаметра электродов пробивное напряжение будет расти, с уменьшением будет падать. Наиболее легко искра проскакивает между электродами с острыми концами. Если возьмем различные газы, то при одинаковых расстояниях между электродами, требуется различное искровое напряжение. Если в воздухе мы его примем за единицу, в водороде оно будет около 0,5, в кислороде 0,9, в азоте 1,1.

Необходимо отметить также, что давление газа в сильной степени влияет на величину искрового напряжения, которое с повышением давления значительно растет, а с понижением уменьшается. Однако при давлении ниже 0,0001 атмосферы картина резко меняется — искровое напряжение начинает расти.

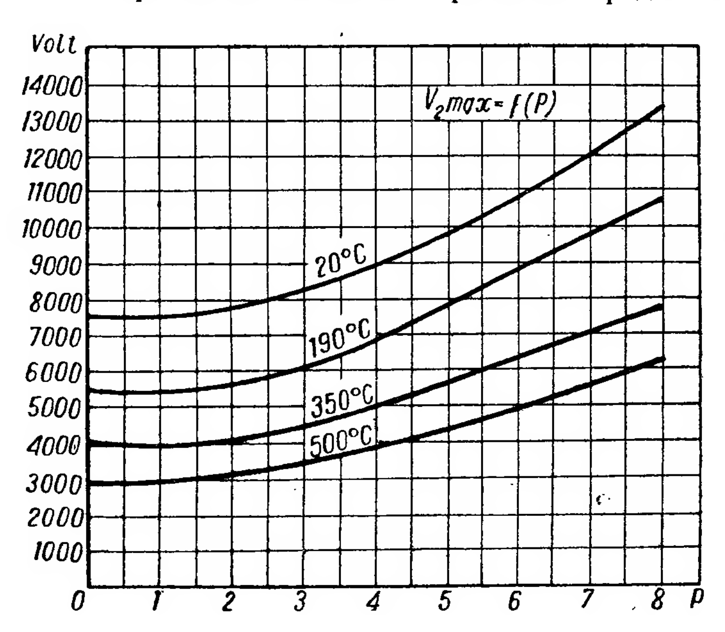
Закон Пашена дает следующие соотношения между начальным разрядным напряжением (U_p), давлением (p) и расстоянием (l) между шарообразными электродами: $U_p = f\ (p \cdot l)$. Начальное разрядное напряжение пропорционально произведению давления на расстояние, т. е. напряжение остается одним и тем же при постоянном произведении.

В этом законе не фигурирует температура, которая не оказывает заметного влияния только при условии, когда плотность газа поддерживается постоянной. При отсутствии отмеченного условия, как показал Сильсби, с увеличением температуры начальное пробивное напряжение уменьшается.

Из диаграммы на фиг. 4 видно соотношение напряжения, давления и температуры при некотором постоянном зазоре между электродами.

Факторы меньшей значимости мы здесь не рассматриваем,

ибо при зажигании они не оказывают существенного влияния на искровой разряд, так как применяемое напряжение для зажигания рабочей смеси 15 тысяч вольт и выше, превышает необходимый для этого минимум. По современной электронной теории, явление разряда между электродами свечи рассматривается следующим образом. Как известно, в природе нет тел, которые не содержали бы в себе электрические заряды — положи-



Фиг. 4. Диаграмма зависимости пробивного напряжения от давления и температуры.

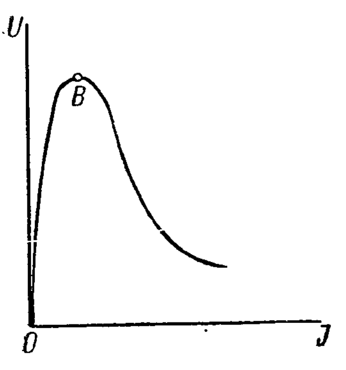
тельные и отрицательные. Чаще всего мы не воспринимаем их действия потому, что количество положительных и отрицательных зарядов в теле одинаково, они нейтрализуют друг друга, поэтому тело не проявляет электрических свойств. Стоит только нарушить количественное соотношение зарядов в теле, как последнее проявляет себя в электрическом отношении, оно становится либо положительно, либо отрицательно заряженным. В природе происходит беспрерывный процесс образования электрических зарядов под действием целого ряда внешних причин: высокой температуры, ультрафиолетовых лучей, рентгеновских, радиоактивных веществ и т. д. Под действием этих причин от частицы тела отрываются электроны — элементарные отрицательные заряды электричества. Оставшаяся после отрыва электрона часть носит название положительного иона. Оторвавшийся электрон может существовать самостоятельно, либо, присоединяясь к нейтральной частице, образует отрицательный ион. Часть образовавшихся положительных и отрицательных ионов может соединиться между собой (так как положительные и отрицательные заряды стремятся притянуться друг к другу), образуя вновь нейтральную частицу.

Благодаря такому беспрерывному процессу, например, в газовой смеси всегда имеется небольшое количество электрических зарядов (электронов и ионов). Когда к электродам свечи подводится напряжение, то между ними создается электрическое поле. Электроны и ионы, находясь в беспрерывном тепловом движении и попадая в сферу влияния электрического поля, приобретают под действием последнего дополнительную энергию. Кинетическая энергия электронов и ионов вычисляется по формуле: $W = \frac{mv^2}{2} = e \cdot U_{\text{эрг}}$., где e — заряд; U — приложенное напряжение.

Ускоренное движение этих частиц в электрическом поле, при столкновении с нейтральными молекулами, из которых выбиваются внешние электроны, вызывает образование новых заряженных частиц. При соответствующем увеличении напряжения у электродов свечи, скорости летящих в электрическом поле зарядов, пропорциональные напряженности, будут настолько большими, что вызовут бурное образование все новых и новых электрических частиц. Такой процесс носит название — ионизации толчком, при этом зазор между электродами пробивается — проскакивает электрическая искра.

На фиг. 5 представлена характеристика разряда.

По вертикальной оси отложены напряжения, действующие у электродов, по горизонтали — сила тока при разряде.



Фиг. 5. Кривая изменения между электродами свечи.

При нарастании напряжения, что соответствует на кривой части OB, происходит процесс ионизации между электродами, точка B характеризует критический момент, когда между электродами проскакивает искра. Дальнейший ход кривой характеризует скачкообразное понижение напряжения и значительное увеличение разрядного тока и, наконец, через короткий промежуток времени дуга, вызванная током у металлических электродов, гаснет. Весь процесс разряда длится чрезвычайно короткий промежуток времени.

Таким образом небольшое количество энергии, сконцентрированной в небольшом объеме между электродами свечи, производит воспламенение рабочей смеси в весьма короткий промежуток времени.

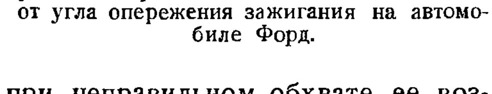
3. Момент зажигания

Ранее мы отметили, что воспламененная смесь сгорает не мгновенно, а в течение определенного промежутка времени, хотя и весьма малого. Поэтому зажигание ее производится несколько раньше, чем поршень придет в верхнее мертвое положение. Этим достигается наилучшее использование энергии рабочих газов, так как к моменту развития ими полного давления поршень не успевает еще далеко уйти вниз от в.м.т. Такой прием носит

название опережения зажигания, на величину которого значительно влияет число оборотов двигателя. Для полного сгорания смеси в автодвигателях при разных числах оборотов приходится делать разное опережение, и очевидно, что с увеличением числа оборотов опережение необходимо увеличивать.

Величина опережения зажигания измеряется обычно в градусах угла поворота коленчатого вала, причем предварение зажигания в современных автодвигателях колеблется в среднем до 30°, считая опережение в 0° при зажигании рабочей смеси в в.м.т.

Большое опережение зажигания вызывает силу, препятствующую движению поршня вверх. Это особенно заметно и чувствительно при пуске двигателя, почему и приходится переставлять момент зажигания на позднее, или делать опережение самым минимальным. В противном случае получается обратный удар на поршень и при запуске двигателя вручную мы не в состоянии преодолеть давление газов, которое максимально развивается еще до того, как поршень придет в в.м.т.



Фиг. 6. Кривая изменения мощности и удельного расхода топлива в зависимости от угла опережения зажигания на автомобиле Форд.

При заводке двигателя вручную на это необходимо обращать внимание, так как при отбрасывании заводной рукоятки в обратную сторону при неправильном обхвате ее возможны несчастные случаи.

Исследования в области зажигания рабочей смеси в двигателях показали, что момент зажигания значительно сказывается на изменении мощности двигателя. На фиг. 6 приведены данные по испытанию двигателя Форд (изд. НАТИ 1931 г., Петров и Гибер).

Из этой диаграммы видно, что при постоянно открытом дросселе и постоянстве оборотов 1500 наибольшая мощность N_e для двигателя Форд соответствует вполне определенному углу опережения зажигания, а именно 27°. Кроме того, при этом опережении зажигания получаются наименьшие удельные расходы топлива G_e. Как уменьшение, так и увеличение угла опережения зажигания, против наивыгоднейшего для данного режима работы двигателя, влечет за собой заметное снижение мощности двигателя и увеличение удельных расходов топлива. Так при угле опережения в 10°, вместо наивыгоднейшего в 27°, происходит потеря мощности до 10% (3,2 *л. с.*), расход топлива с 300 *г* на *л. с. ч.* увеличивается до 330 *г*.

Кроме отмеченного влияния числа оборотов, на изменение угла опережения зажигания также влияет величина открытия дросселя и качество рабочей смеси. При богатых и бедных смесях угол опережения должен увеличиваться. Здесь мы отмечаем наиболее яркие факторы, влияющие на момент зажигания рабочей смеси в автодвигателях.

К каждому типу двигателя, конечно, необходимо подходить особо в процессе работы, так как целый ряд других фактов влияет по-разному в большей или меньшей степени на наивыгоднейший момент зажигания.

Итак мы видим, что момент зажигания играет весьма важную роль, так как только при вполне определенной установке зажигания получаются максимальная мощность и наименьший удельный расход топлива. Чтобы сохранить это положение при увеличивающихся оборотах двигателя, необходимо угол опережения зажигания увеличивать. При позднем и более раннем зажигании против наивыгоднейшего мощность двигателя падает. Стуки в двигателе часто являются как раз следствием очень раннего зажигания, сильное нагревание выхлопной трубы указывает на позднее зажигание. При очень раннем зажигании, как показали исследования, в отдельных случаях наблюдаются проявления детонации, исчезающей при правильной установке зажигания. В этом отношении более благоприятным оказывается зажигание рабочей смеси с двух точек, с помощью двух свечей, что влечет за собой уменьшение опережения, так как время сгорания в этом случае значительно сокращается.

II. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ БАТАРЕЙНОГО ЗАЖИГАНИЯ

Первичная обмотка индукционной катушки питается током низковольтной динамомашины или аккумуляторной батареи напряжением 6—12 вольт, и зажигание в таком случае называется батарейным.

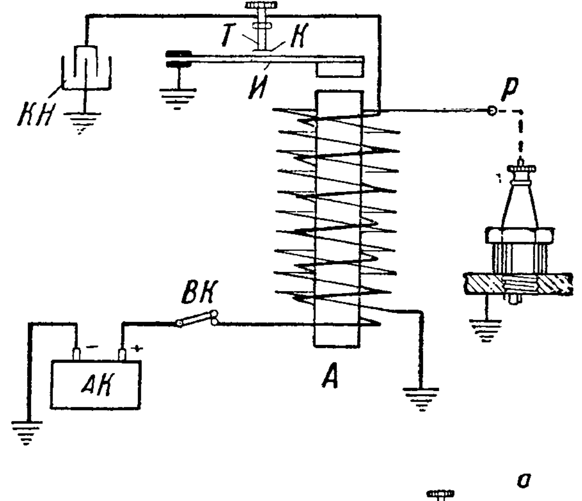
Рассмотрим катушки с двумя типами прерывателей: электромагнитным и механическим.

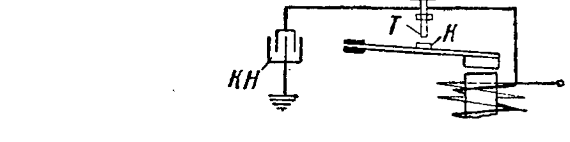
Назначение прерывателей, как и в рассматриваемой катушке Румкорфа, резко прервать ток в первичной обмотке для быстрого исчезновения магнитного потока Ф.

На фиг. 7 представлена простейшая система зажигания на одну свечу от катушки с электромагнитным прерывателем.

На сердечник *А*, набранный из отдельных проволок мягкого железа, намотана толстая, а поверх нее — тонкая обмотки. Число витков толстой обмотки около 200, тонкой около 10 тысяч.

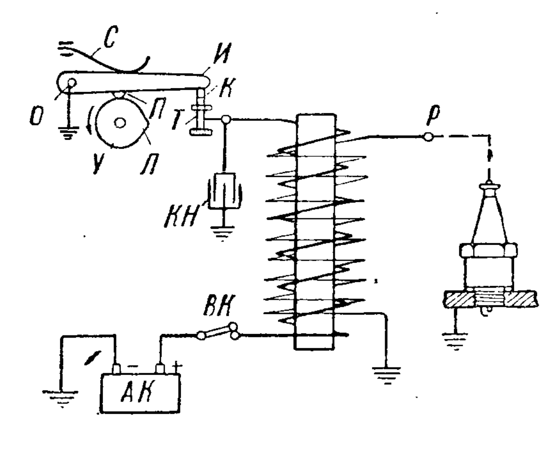
Мягкое железо позволяет сердечнику быстро намагничиваться и размагничиваться. Первичная обмотка соединена с аккумуляторной батареей одним концом через выключатель, другим через прерыватель. Вторичная обмотка соединена со свечей. Система здесь однопроводная, другой провод заменяется корпусом двигателя, обозначенным условно на чертеже черточками в виде треугольника.

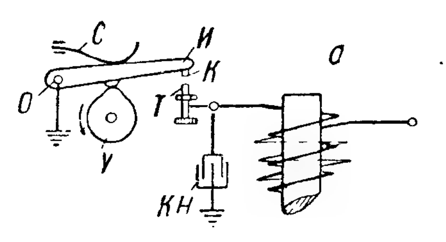




Фиг. 7. Индукционная катушка с электромагнитным прерывателем.

Прерыватель состоит из пружинящей пластинки *И*, которая через закрепленный конец соединена с корпусом, и контактов *К* и *Т*, изготовленных из тугоплавкого металла, чтобы не происходило их быстрого обгорания. Для изготовления контактов применяются вольфрам, либо сплав платины и ирридия (80% и 20%). Параллельно контактам приключается конденсатор *КН*, одним концом к регулирующему винту, другим на корпус. Все четные пластины конденсатора соединены в один зажим, нечетные — в другой.





Фиг. 8. Индукционная катушка с механическим прерывателем.

При замыкании цепи выключателем *ВК* ток из аккумулятора пойдет: от + (плюс) через первичную обмотку, регулирующий винт, контакты прерывателя, пластинку и через корпус вернется в батарею. Таким образом прохождение тока по первичной цепи обеспечено. Намагниченный сердечник притянет пластинку *И*, контакты *К* и *Т* разойдутся — первичная цепь будет разомкнута. В момент размыкания во вторичной обмотке появится значительная э.д.с., и через электроды свечи проскочит электрическая искра. Путь тока высокого напряжения таков: из вторичной обмотки по проводу *р* на центральный стержень свечи, затем через электроды свечи на корпус и по корпусу возвращается во вторичную обмотку.

При размыкании сердечник размагничивается и пружинящая пластинка *И* устанавливается в первоначальное положение, замыкая контакты. Следовательно, поочередное размыкание и замыкание первичной цепи повторяется с помощью электромагнитного прерывателя и число разрывов в единицу времени можно регулировать контактным винтом *Т*.

Рассмотрим теперь устройство и действие механического прерывателя (фиг. 8).

Механический прерыватель состоит из рычага *И*, качающегося на оси *О*, контактов *К* и *Т*, регулирующего винта, соединенного с корпусом и кулачковой шайбы *у*, которая закреплена на вращающейся оси. Первичная обмотка одним концом через выключатель присоединена к аккумулятору, другим к винту *Т*; вторичная обмотка соединена со свечей, конденсатор приключен параллельно контактам прерывателя. При замыкании цепи выключателем *ВК*

ток из батареи пойдет через первичную обмотку, контакты *Т* и *К*, через рычаг *И* и по корпусу обратно в аккумулятор.

При вращении шайбы *у* кулачок *Л* набегает на выступ *П* рычага, при этом рычаг приподнимается, контакты *К* и *Т* расходятся — происходит разрыв первичной цепи и индуктирование тока во вторичной обмотке. Как только кулачок сбежит с выступа *П*, пружина *С* плотно прижмет контакты — произойдет вновь замыкание цепи. Таким образом за один оборот кулачковой шайбы происходит один разрыв первичной цепи. Если увеличить число кулачков, то соответственно увеличится и число разрывов за один оборот. В описании прерывателей нами указывалось о регулирующем винте, которым можно изменять зазор между контактами во время разрыва. Бесперебойная и правильная работа системы зажигания от индукционных катушек в большой степени зависит от точной регулировки контактов прерывателя. Зазор между ними допускается 0,4—0,5 *мм*. В каждом отдельном случае необходимо придерживаться на этот счет указаний завода.

Сравнивая два типа прерывателей, следует сказать, что механический прерыватель дает большую точность в получении электрической искры в нужный момент рабочего процесса. При электромагнитном прерывателе точность получения искры в надлежащий момент часто нарушается несвоевременным замыканием и размыканием, а кроме того число колебаний электромагнитного прерывателя не зависит от числа оборотов двигателя, что является его недостатком, тогда как в механическом прерывателе эта зависимость существует. Вот эти превосходства механического прерывателя и послужили к столь широкому применению его в системе зажигания.

Электромагнитные прерыватели имели распространение в системе зажигания на тракторах Фордзон и автомобилях Форд марки Т, которые в настоящее время встречаются очень редко.

Разобранные нами индукционные катушки в автомобильной и тракторной практике называются бобинами.

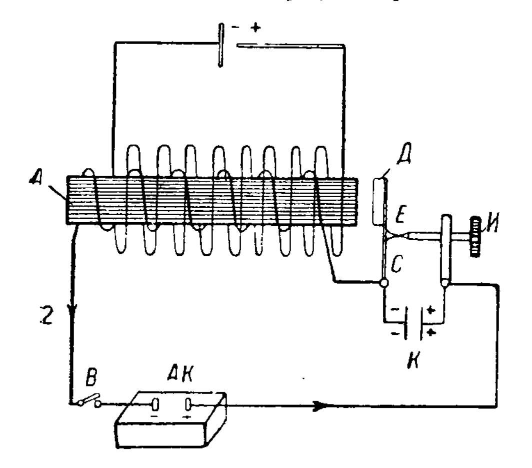
III. ИНДУКЦИОННЫЕ КАТУШКИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

В настоящее время электрический ток высокого напряжения для зажигания в автомобильном и тракторном двигателях получается:

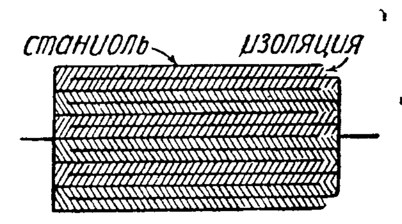
1) от индукционных катушек высокого напряжения, питаемых чаще всего от аккумуляторных батарей (батарейное зажигание);

2) от магнето высокого напряжения.

Индукционные катушки для зажигания на тракторах применяются очень редко, чаще встречается зажигание от магнето как более надежное.



Фиг. 9. Схема индукционной катушки Румкорфа.



Фиг. 10. Конденсатор.

Система зажигания при помощи индукционных катушек дешевле, так как аккумуляторная батарея является необходимой принадлежностью автомобиля, но зато в работе считается менее надежной по сравнению с магнето.

Для лучшего понимания и уяснения физических явлений, происходящих в аппаратах зажигания, рассмотрим работу индукционной катушки Румкорфа, которая является прототипом аппаратов зажигания. Назначение индукционных катушек — преобразовывать ток низкого напряжения в ток высокого напряжения.

1. Устройство катушки

Катушка Румкорфа (рис. 9) состоит из сердечника *А*, цилиндрической формы, набранного из отдельных проволок мягкого железа. Проволоки изолированы друг от друга лаком для уменьшения

токов Фуко, на которые расходуется непроизводительно энергия. На железный сердечник наматывается первичная обмотка из толстой изолированной проволоки, диаметром 2—3 *мм*, с небольшим числом витков от 100 до 400. Поверх первичной обмотки помещается вторичная, из тонкой изолированной проволоки диаметром 0,1—0,2 *мм* с большим числом витков (10 тысяч и выше).

Концы вторичной обмотки подходят к разряднику, обозначенному знаками + (плюс) и —(минус).

Один конец первичной обмотки через выключатель *В* соединен с аккумуляторной батарей *АК*, а другой конец соединен с прерывателем тока. Прерыватель состоит из пружинящей пластинки *С*, имеющей на конце железный молоточек *Д*, платиновых или вольфрамовых контактов *Е* и регулирующего винта.

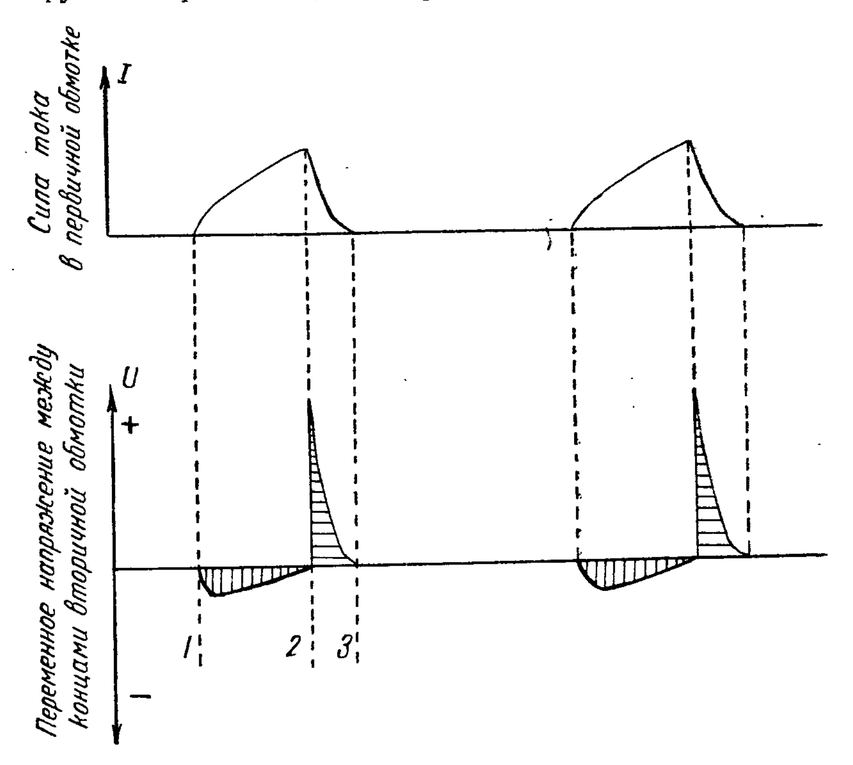
Параллельно контактам *Е* включается конденсатор *К*, состоящий из листов станиоля, изолированных друг от друга парафинированной бумагой или слюдой (фиг. 10).

2. Действие катушки

При замыкании выключателя *В* ток из аккумуляторной батареи *АК* будет проходить по следующему пути: проводник *1*, винт *И*, контакты *Е*, пружина *С*, первичная обмотка и по проводнику *2* возвращается в батарею.

Сердечник при прохождении тока по первичной обмотке намагнитится, притянет молоточек *Д*, контакты *Е* разойдутся — замкнутость цепи нарушится. Прохождение тока от источника прекратится, сердечник будет размагничиваться и пружинка *С* оттянет молоточек в прежнее положение. Таким образом с помощью прерывателя первичная цепь будет то замыкаться, то размыкаться. При замыкании первичной цепи железный сердечник намагничивается, запасая часть энергии тока в виде магнитной энергии, которая при размыкании затем освобождается. Запас магнитной энергии определяется по формуле: $W_м = \frac{L_1 \cdot I_1^2}{2}$, где L_1 — индуктивность первичной обмотки (по старой терминологии коэфициент самоиндукции), I_1 — сила тока первичной обмотки. Изменения магнитного потока при замыкании и размыкании будут происходить неодинаково, так как при замыкании, вследствие самоиндукции, нарастание тока до полной величины происходит медленнее, чем исчезновение его при размыкании, которое стремятся произвести искусственно быстро, в самый короткий промежуток времени, так как величина индуктированной э.д.с., как известно, зависит от изменений магнитного потока во времени (максвелловская формулировка) $E = -\frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8}$ вольт. Поэтому в момент разрыва первичной цепи в каждом витке вторичной обмотки, которая будет пересечена в единицу времени большим числом магнитных силовых линий, появится сравнительно большая э.д.с., примерно 1—2 вольта, а так как число витков вторичной обмотки большое (10 тысяч и более), то и суммарная э.д.с. достигает больших значений (до 20 тысяч вольт), обеспечивая проскакивание на концах разрядника интенсивной электрической искры.

При замыкании витки вторичной обмотки будут также пересекаться, но меньшим числом магнитных силовых линий в единицу времени, вследствие чего индуктированная э.д.с. будет меньше, поэтому искра получается слабая, проскакивая только на близком расстоянии концов разрядника. Заметим, что во время разряда искра между электродами проскакивает несколько раз как в том, так и в другом направлениях, т. е. происходит многократный переход



Фиг. 11. Кривые тока и напряжения индукционной катушки.

электричества с одного электрода на другой. Этот процесс носит название — колебательного движения электричества, к которому мы вернемся еще, рассматривая аппараты зажигания.

Напряжение для первоначально проскакивающей искры требуется значительно больше, чем для последующих (фиг. 11).

3. Роль конденсатора

Роль конденсатора в индукционной катушке сводится к следующему: в момент разрыва цепи первичной обмотки, не вся магнитная энергия, запасенная в железном сердечнике, переходит в электрическую во вторичной обмотке, часть ее расходуется на потери в самом железном сердечнике (гистерезис, токи Фуко) и часть через посредство э.д.с. самоиндукции возвращается в первичную обмотку, так как исчезающее поле пересекает также и витки первичной обмотки.

Появляющаяся при размыкании э.д.с. самоиндукции достигает большой величины (400—500 вольт), вызывая между разомкнутыми контактами электрическую искру, которая как проводник поддерживает прохождение первичного тока еще некоторое время, и мы не получаем таким образом быстрого разрыва тока, а вместе с этим и резкого изменения магнитного потока, от которого зависит величина индуктированной э.д.с. во вторичной обмотке. Кроме того, контакты прерывателя быстро обгарают и приходят в негодность. Для устранения этих недостатков к контактам прерывателя присоединяют параллельно конденсатор. Ток, созданный э.д.с. самоиндукции при размыкании, такого же направления, что и основной, сообщает конденсатору электрический заряд, вследствие чего искрообразование на контактах прерывателя в сильной степени ослабевает, так как понижается напряжение в точке разрыва. Величина энергии, запасаемая в электрическом поле диэлектрика конденсатора, определяется по формуле: $W_в = \frac{CU_k^2}{2}$, где C — емкость конденсатора, U_k — напряжение на обкладках конденсатора. Затем конденсатор через батарею и первичную обмотку разряжается и перезаряжается, таким образом в первичной обмотке происходит колебательное движение электричества.

4. Процессы замыкания и размыкания тока

Для лучшего понимания процессов, происходящих при замыкании и размыкании цепи с током, а на этом в основном построено действие приборов для аппаратов зажигания, найдем закономерности изменения тока i в зависимости от времени t, чтобы иметь суждение о ходе процесса также с количественной стороны.

При установившемся режиме величина постоянного тока I определяется по закону Ома: $I = \frac{U_з}{R}$, где $U_з$ — приложенное напряжение, R — сопротивление.

В момент же включения, благодаря действию э.д.с. самоиндукции, сила тока принимает значение от O до I не сразу, а спустя некоторый промежуток времени, в зависимости от R и L.

В переходный момент приложенное напряжение $U_з$ должно уравновешивать не только омическую потерю напряжения iR, но и э.д.с. самоиндукции $L\frac{di}{dt}$ и мы имеем следующее линейное диференциальное уравнение первого порядка:

$$U_з = iR + L\frac{di}{dt}.$$

Найдем закон изменения установившегося тока i во времени $i = f(t)$. Для решения уравнения разделим переменные

$$i = \frac{U_з}{R} - \frac{L}{R}\frac{di}{dt} = I - \frac{L}{R}\frac{di}{dt}; \qquad \frac{di}{I-i} = \frac{R}{L}dt.$$

Если приращения двух функций равны, то сами функции отличаются друг от друга на постоянную величину C.

$$-\frac{d(I-i)}{I-i}=\frac{R}{L}dt;$$ проинтегрируем и получим:

$$-\ln(I-i)-\ln C=\frac{R}{L}t; \quad \ln C(I-i)=-\frac{R}{L}t; \quad C(I-i)=e^{-\frac{R}{L}t}. \quad (1)$$

Определим постоянную C, где e — основание натуральных логарифмов.

Уравнение справедливо для каждого момента времени и C как постоянная величина не зависит от t.

Пусть $t=O$, тогда $i=O$.

$$C(I-O)=e^0=1; \quad C=\frac{1}{I}.$$

После подстановки значения C в (1) уравнение напишем окончательно закон изменения i при замыкании:

$$i=I(1-e^{-\frac{R}{L}t}).$$

1. Через $t_1=\frac{L}{R}$ сек.; $\quad i_1=I(1-e^{-1})\approx 0,63\,I$

2. » $t_2=2\frac{L}{R}$ сек.; $\quad i_2=I(1-e^{-2})\approx 0,86\,I$

3. » $t_3=3\frac{L}{R}$ сек.; $\quad i_3=I(1-e^{-3})\approx 0,95\,I$

Величина $\frac{L}{R}$ называется постоянной времени.

Построим кривую согласно полученным данным (фиг. 12).

Мы видим, что время наростания тока зависит от отношения $\frac{L}{R}$.

Чем больше индуктивность цепи L и меньше омическое сопротивление R, тем больше время наростания тока до практической величины, определяемой законом Ома. Поэтому в аппаратах зажигания первичная обмотка должна обладать такими значениями L и R, чтобы ток в короткие промежутки времени замыкания успевал нарасти до величины, обеспечивающей намагничивание сердечника для получения достаточного напряжения во вторичной обмотке, и так как время замыкания зависит от числа оборотов, то разрыв цепи будет происходить на разных оборотах при разных величинах силы тока.

Для момента размыкания сделаем такое допущение: цепь у нас остается замкнутой, обладая теми же L и R, и чтобы принять $U_3=O$ при размыкании, осуществим спадание тока от I до O путем уменьшения магнитного потока, который до этого вызывал в замкнутой цепи ток I.

Тогда диференциальное уравнение примет вид

$$O = iR + L\frac{di}{dt},$$

разделяем переменные и интегрируем;

$$\frac{R}{L}dt = \frac{di}{i}; \qquad -\frac{R}{L}t = \ln i + \ln C; \qquad e^{-\frac{R}{L}t} = Ci,$$

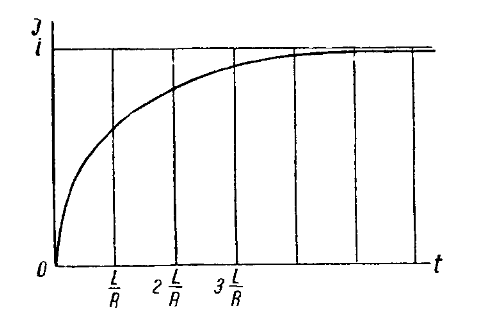
подставляем $C = \frac{1}{I}$

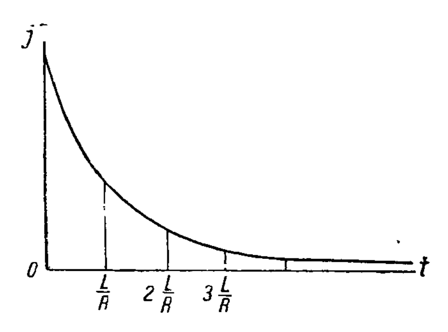
$$i = Ie^{-\frac{R}{L}t}$$

1. Через $t_1 = \frac{L}{R}$ сек.; $i_1 = I_e^{-1} \approx 0{,}37\,I$

2. „ $t_2 = 2\frac{L}{R}$ сек.; $i_2 = I_e^{-2} \approx 0{,}24\,I$

3. „ $t_3 = 3\frac{L}{R}$ сек.; $i_3 = I_e^{-3} \approx 0{,}05\,I$





Фиг. 12—13. Кривые изменения тока при замыкании и размыкании.

Здесь мы получаем кривую (фиг. 13) обратную кривой замыкания, т. е. при размыкании время спадания тока до O также зависит от отношения $\frac{L}{R}$ и в замкнутой цепи ток исчезает в течение того же времени, что и наростает при замыкании. Поэтому для быстрого исчевновения тока производят в определенные моменты искусственно разрыв цепи и если хотят свести время спадания тока при размыкании до минимума, то включают параллельно контактам прерывателя конденсатор.

5. Электрические явления в обмотках индукционных катушек

Процессы замыкания и размыкания первичной цепи при нормальных оборотах двигателя совершаются в весьма короткие промежутки времени. Так при $n = 1200$ об/мин в 4-цилиндровом двигателе число искр за 1 минуту должно быть:

$$K = \frac{nZ}{2} = \frac{1200 \cdot 4}{2} = 2400, \text{ а в секунду } K = \frac{2400}{60} = 40.$$

Время для образования одной искры (замыкание и размыкание контактов) $t=\frac{1}{40}=0{,}025$ сек.

Рассмотренные индукционные катушки, с помощью которых производится зажигание, можно представить схематично в виде двух контуров, имеющих индуктивную связь (фиг. 14).

В первый контур входит: аккумуляторная батарея AK, первичная обмотка, прерыватель, конденсатор. Во второй входит: вторичная тонкая обмотка и искровой промежуток.

В первом контуре обозначим:

R_1 — активное сопротивление,

L_1 — индуктивность $\left(L_1 - \frac{4\pi \cdot W_1^2 \cdot \mu \cdot S}{l} \cdot 10^{-9}\right.$ (Henri),

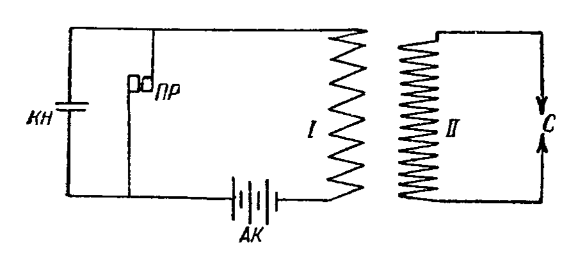
где:

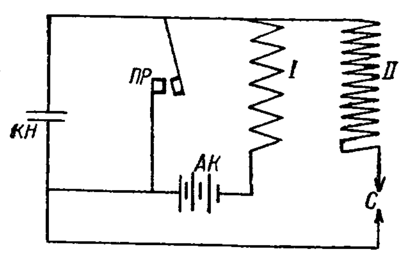
W_1 — число витков первой обмотки,
μ — магнитная проницаемость,
S — площадь сечения катушки в $см^2$,
l — длина самой катушки в $см$,
i_1 — сила тока,
c_1 — емкость конденсатора,
U_1 — напряжение, возникающее в первичной обмотке.

Во втором контуре:

R_2 — активное сопротивление,
L_2 — индуктивность,
C_2 — емкость (сюда входят емкости: искрового промежутка, обмотки, соединительных проводов),
U_2 — пробивное напряжение.

При размыкании контактов прерывателя в первом контуре в последовательном соединении оказываются: активное сопротивление, индуктивность, емкость и аккумулятор.





Фиг. 14. Индуктивная связь между I и II обмотками индукционной катушки.

В момент разрыва цепи происходит заряд конденсатора, после чего конденсатор начнет разряжаться и в этом случае могут быть разряды либо апериодические, либо колебательные, все будет зависеть от соотношений R_1, L_1, C_1.

Теория колебательного разряда дана была, как известно, Томсоном-Кельвином (1853 г.).

Если $R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$, то процесс будет апериодическим, когда вследствие большого омического сопротивления при первом

же разряде запасенная энергия в конденсаторе $W_в = \frac{cU_k^2}{2}$ перейдет в тепловую энергию без перезарядки.

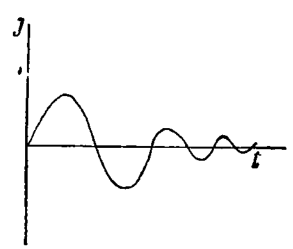
При $R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ мы имеем в контуре колебательный процесс. Величины R, L и C, измеренные в современных аппаратах зажигания

$$R_1 \approx 1 - 2\,\Omega; \qquad C_1 \approx 0{,}1 - 0,\,25\,\mu F; \qquad L \approx 0{,}01 - 0{,}02 \text{ (Henri)},$$

как раз и показывают, что мы имеем дело с периодическими затухающими колебаниями. Не приводя математического анализа этого процесса, напишем окончательную формулу для напряжений первичной обмотки: $U_1 = \frac{i}{\omega C_1} e^{-\alpha t} \cdot \sin \omega t$, где $\alpha = \frac{R_1}{2L_1}$ показатель затухания,

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L_1 C_1} - \left(\frac{R_1}{2L_1}\right)^2}$$

угловая частота колебательного контура. Из этой формулы видно, что напряжение первичной обмотки изменяется по синусоидам с затухающими амплитудами.



Фиг. 15. Кривая тока в первичной обмотке в момент включения.

Такие же колебания с затухающими амплитудами будет совершать ток в первичной обмотке (фиг. 15).

Если допустить некоторые упрощения, при условии малого омического сопротивления по сравнению с колебательным сопротивлением $\left(\sqrt{\frac{L}{C}}\right)$, то $\omega = \sqrt{\frac{1}{L_1 C_1}}$ и тогда

$$U_{1\max} = i_1 \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} \cdot e^{-\alpha t}.$$

Для определения времени t, в течение которого происходит нарастание напряжения до максимума, воспользуемся формулой:

$$\text{период } T = \frac{2\pi}{\omega} \approx 2\pi \sqrt{L_1 C_1}; \qquad t = \frac{T}{4}.$$

Возьмем пример:

$$R_1 = 1{,}5\,\Omega; \qquad L_1 = 0{,}02\,H; \qquad C_1 = 0{,}2 \cdot 10^{-6}\,F.$$

$$R_1 < 2\sqrt{\frac{L_1}{C_1}}; \quad 1{,}5 < 2\sqrt{\frac{0{,}02 \cdot 10^6}{0{,}2}}; \quad t = \frac{T}{4} = \frac{2\pi\sqrt{L_1 C_1}}{4} =$$

$$= \frac{\pi}{2}\sqrt{0{,}02 \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-6}} \approx 10^{-4} \text{ сек.};$$

$$U_{1\max} = 1{,}2\sqrt{\frac{0{,}02 \cdot 10^6}{0{,}2}} \approx 380 \text{ вольт}.$$

Примем $e^{-\alpha t} \approx 1$.

Что касается напряжения вторичной обмотки U_2, то оно изменяется по тому же закону, что и для первой цепи

$$U_2 = \frac{i_2}{\omega C_2} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin \omega t,$$

здесь ω — угловая частота 2-го колебательного контура, α — показатель затухания.

Максимальное напряжение с некоторым приближением может быть выражено формулой:

$$U_{2max} = i_2 \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} \cdot e^{-\alpha t};$$

e — основание натурального логарифма.

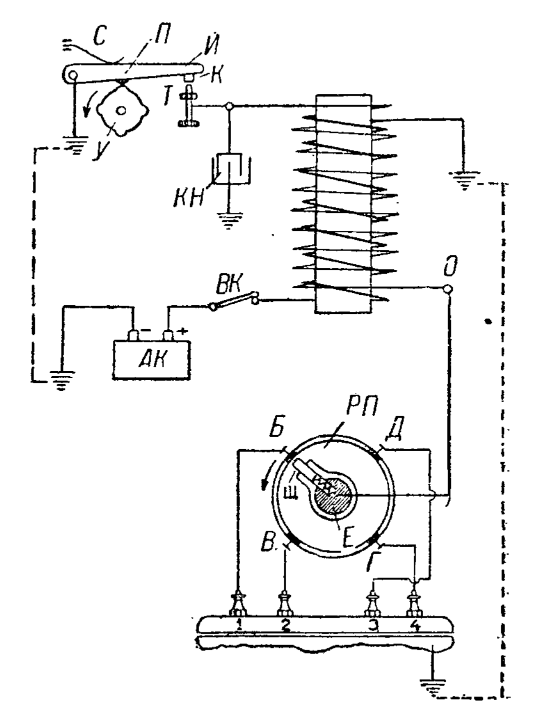
Рассматривая процесс проскакивания электрической искры между электродами мы отмечали, что предварительно происходит нарастание вторичного напряжения (заряд вторичных емкостей). При разрыве первичной цепи по закону электромагнитной индукции во вторичной обмотке зарождается э.д.с., величина которой

$$E_2 = -W_2 \frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8} \text{ вольт.}$$

Следует отметить, что во вторичном контуре получаются колебания с большой частотой и медленно затухающие. На отмеченные колебания 2-й цепи накладываются еще колебания с малой частотой и быстрым затуханием, вызываемые влиянием взамоиндукции. На величину пробивного напряжения, создаваемого во вторичной обмотке, в значительной степени оказывает влияние загрязнение свечи — нагар, копоть, которые являются параллельно включенными сопротивлениями по отношению к электродам, снижая вторичное напряжение. Особенно образование копоти и нагара происходит при работе двигателя на малых оборотах, тогда слышатся даже перебои в работе. Для сжигания копоти и нагара в практике применяется дополнительное сопротивление в виде воздушных зазоров 0,5 *мм*, которые не позволяют при малом напряжении происходить разряду по копоти, и благодаря искусственно увеличенному сопротивлению напряжение до разряда достигает большей величины, в результате получается более интенсивная искра, сжигающая копоть и нагар, создавая при этом бесперебойную работу двигателя. Следует отметить, что в магнето всегда, а в индукционных катушках чаще вторичная обмотка присоединяется к первичной, как показано на фиг. 14 (внизу).

IV. ЗАЖИГАНИЕ ОТ КАТУШЕК С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРЕРЫВАТЕЛЕМ В 4-ЦИЛИНДРОВОМ ДВИГАТЕЛЕ

За два оборота коленчатого вала в каждом из 4 цилиндров должно произойти по одному взрыву (по одному рабочему ходу). Следовательно, за два оборота коленчатого вала прибор зажигания должен дать четыре электрических искры и в зависимости от порядка работы двигателя соответственно направить их к свечам цилиндров. В основном вся установка зажигания от катушки с механическим прерывателем в 4-цилиндровом двигателе состоит из следующих частей: источника электрической энергии низкого напряжения, индукционной катушки, прерывателя первичного тока и распределителя высокого напряжения, который служит для правильной и своевременной посылки тока в тот цилиндр, в котором должен произойти очередной рабочий ход. Принципиальная схема этой установки изображена на фиг. 16.



Фиг. 16. Схема зажигания при помощи катушки с механическим прерывателем в 4-цилиндровом двигателе.

Эта схема отличается от ранее разобранной тем, что кулачковая шайба *у* имеет четыре выступа вместо одного и вторичная обмотка соединяется поочередно со свечами через посредство распределителя *РП*.

При замыкании цепи выключателем *ВК* за один оборот кулачковой шайбы *у* произойдет четыре разрыва первичной обмотки. В момент разрыва ток высокого напряжения, индуктируемый во вторичной обмотке, направляется на свечи через распределитель *РП*, в определенный момент рабочего процесса.

Распределитель состоит из фибрового кольца, материала, не проводящего электрический ток, на внутренней поверхности которого на одинаковом расстоянии друг от друга вделаны четыре металлических сегмента по числу цилиндров. Внутри распределителя находится щетка *щ*, сидящая на вращающемся валике *E*. Один конец вторичной обмотки соединяется через клемму *O* со щеткой, другой соединен на корпус. Щетка *щ* при своем вращении будет поочередно замыкать сегменты, соединенные с помощью проводов со свечами. На нашей схеме (фиг. 16) видно, что щетка вращается против движения часовой стрелки, а соединение проводов к свечам дает порядок работы двигателя 1—2—4—3. За один оборот щетки электрическая искра в каждый цилиндр будет дана по одному разу. Так как за один оборот 4-кулачковой шайбы получается четыре разрыва первичной цепи и за один оборот щетки распределителя двигатель получает четыре искры, то следовательно скорость вращения шайбы и щетки одна и та же, поэтому они могут быть посажены на один общий валик. За два оборота коленчатого вала 4-цилиндровый двигатель имеет четыре рабочих хода, стало быть общий валик, на котором сидит шайба прерывателя и щетка распределителя, должен иметь скорость вращения в два раза меньшую коленчатого вала, т. е. за два оборота коленчатого вала валик должен делать один оборот.

V. ЗАЖИГАНИЕ В АВТОМОБИЛЯХ ГАЗ, (МОДЕЛЬ А—АА)

На автомобилях отечественного производства принята батарейная система зажигания, причем изготовление электрооборудования освоено нашими заводами полностью. Разберем эту систему в автомобилях ГАЗ, куда входят: аккумуляторная батарея напряжением 6 вольт, низковольтная динамомашина постоянного тока, способная производить зарядку аккумулятора, индукционная катушка (бобина), прерыватель-распределитель, свечи, прибор амперметр, контролирующий работу, главным образом, источников электроэнергии и, наконец, выключатель. Все перечисленные объекты связаны между собой с помощью однопроводной системы, другой провод заменяется металлическими частями автомобиля, вполне обеспечивающими токопрохождение. При пуске двигателя и работе его на малых оборотах первичная цепь катушки питается от аккумуляторной батареи; на средних же и больших оборотах от динамомашины. Включение и выключение динамомашины происходит автоматически с помощью электромагнитного выключателя, называемого реле. Устройство реле и динамомашины рассмотрим подробно дальше, а теперь разберем схему зажигания, устройство прерывателя и распределителя.

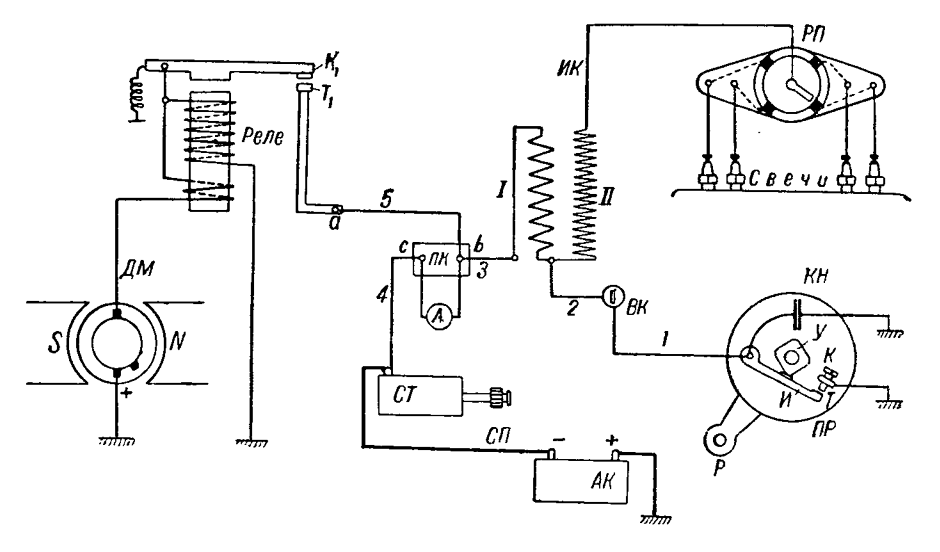
На изображенной схеме (фиг. 17) *АК* — аккумуляторная батарея, *ИК* — индукционная катушка, *ПР* — прерыватель, *РП* — распределитель тока высокого напряжения, *ПК* — переходная коробка с двумя зажимами, *А* — амперметр. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор *КН*. Источником тока является аккумуляторная батарея и динамомашина. Необходимо заметить, что плюс аккумуляторной батареи приключен на корпус автомобиля.

Условно за направление тока принято считать движение положительных зарядов, т. е. движение тока от плюс источника к минусу, чего мы будем придерживаться всегда при рассмотрении схем, даже в том случае, когда на самом деле положительные заряды и не принимают участия. Установлено, например, за последнее время, что в металлических проводниках, приключенных к источнику тока, под действием электрического поля, распространяющегося со скоростью света, свободно могут перемещаться только отрицательные заряды в противоположном направлении, а именно, от минуса к плюсу.

В электролитах и газах принимают участие в движении и положительные и отрицательные заряды.

При замыкании цепи выключателем *ВК* и сомкнутых контактах *Т* и *К* ток из аккумуляторной батареи пойдет от плюс аккумулятора по корпусу двигателя на контакты *Т* и *К*, затем на рычаг *И*, изолированный от корпуса специальной прокладкой, по бронированному проводу *1* через выключатель *ВК* в первичную обмотку, затем на переходную коробку и через амперметр обратно в аккумулятор. Первичная цепь замкнута.

При вращении кулачковой шайбы *у*, контакт *Т* через определенные промежутки времени будет отходить от неподвижного кон-

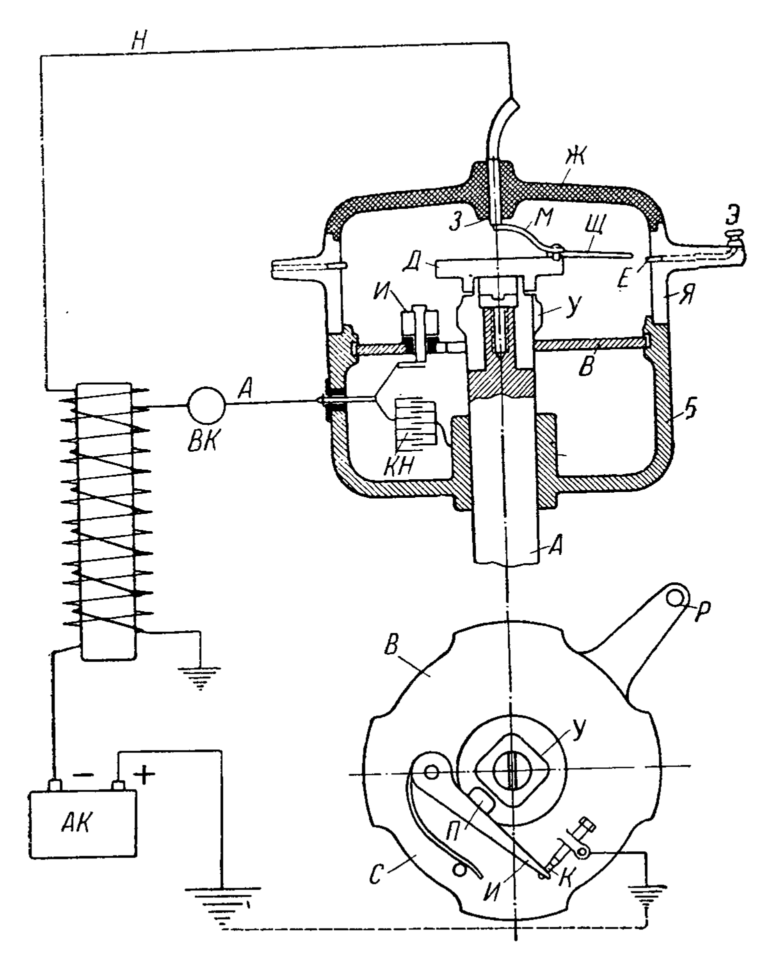


Фиг. 17. Схема зажигания на автомобиле ГАЗ.

такта *К*, благодаря чему первичная цепь будет размыкаться. В момент размыкания во вторичной обмотке появится ток высокого напряжения, который через распределитель *РП* поступает к свечам, и затем через массу двигателя, аккумулятор, амперметр, первичную обмотку вернется во вторичную. Во вторичной цепи, как нами установлено было, электрическая энергия совершает колебательное движение с большой частотой.

Вращающаяся пластинка ротор, на которую поступает ток высокого напряжения, не касается металлических сегментов распределителя, а находится на некотором расстоянии от них. Зазор между пластинкой и сегментами равен примерно 0,5 *мм*. Такой распределитель относится к распределителям, так называемого, искрового типа, в отличие от распределителей скользящего типа, рассмотренных нами раньше (фиг. 16). Воздушный зазор в распределителе является для проходящего тока высокого напряжения дополнительным искровым промежутком и на первый взгляд может показаться ненужным, дополнительным сопротивлением. Однако на самом деле при этом получается улучшение в работе зажигания, на что мы указывали раньше. Практическим путем установлено, что работу загрязненных свечей иногда можно восстановить, если провод, идущий к свече, отсоединить и держать

на небольшом расстоянии от головки центрального стержня. Таким путем мы получаем дополнительный искровой промежуток, после чего в свече проскакивает более интенсивная искра, сжигающая нагар и грязь, появляющиеся на электродах свечи. Кроме того, целым рядом опытов также установлено, что при наличии дополни-



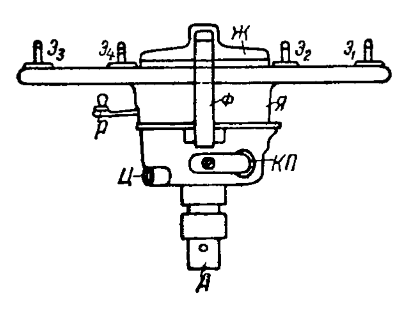
Фиг. 18. Прерыватель-распределитель на двигателе ГАЗ А и АА.

тельных искровых промежутков для тока высокого напряжения зажигание улучшается — искра в свече становится бнлее интенсивной.

Прерыватель и распределитель заключены в одну общую коробку, причем кулачковая шайба у прерывателя и пластинка (ротор) распределителя сидят на одном общем валике, который приводится в движение от распределительного вала двигателя. На фиг. 18 представлены прерыватель и распределитель в разрезе. Коробка прерывателя и распределителя состоит из трех частей; крышки *Ж*, обоймы *Я* и корпуса *Б*. Крышка *Ж* и обойма *Я* выполнены из эбонита, материала, не проводящего электрический ток, корпус же *Б* — чугунный. Валик *А* приводится во вращение

от распределительного вала двигателя. На валике *А* сидит кулачковая шайба *У*, которая прижимается винтом и имеет еще внутри насечку, не позволяющую шайбе легко поворачиваться на валике.

На кулачковой шайбе сверху сидит эбонитовая чашка *Д*, на которой закреплется пластинка *Щ*, передающая на свечи ток высокого напряжения. Чашка *Д* вместе с пластинкой *Щ* называется ротором. Она имеет внутри вырезку, в которую входит при надевании соответствующий выступ шайбы *У*. Поэтому чашка *Д* с пластинкой *Щ* занимает вполне определенное положение по отношению к кулачковой шайбе и действие их вполне согласовано. Внутри коробки имеется поворачивающийся металлический диск *В*, на котором расположен прерыватель. Рычаг *И* и первичная обмотка катушки соединены бронированным проводом *А*, который входит в корпус через эбонитовую втулку. Конденсатор *КН* приключен одним концом к проводу *А*, другим на корпус — параллельно контактам прерывателя. На фиг. 19 представлен общий вид прерывателя распределителя. Здесь *Ж* — эбонитовая крышка с углублением в середине для вставки провода высокого напряжения, *Я* — эбонитовая обойма, $Э_1$ $Э_2$, $Э_3$, $Э_4$, — зажимы, к которым присоединяются свечи через посредство медных коротких пластинок, *Ф* — защелки для крышки обоймы, *КП* — конденсатор цилиндрической формы, вставляемый в углубление чугунного корпуса, *Ц* — масленка для смазки вращающегося валика *А*.



Фиг. 19. Общий вид прерывателя-распределителя.

Изменение опережения зажигания производится перемещением рычага *р* в ту или другую сторону (фиг. 18), причем с рычагом будет перемещаться в прорезе металлический диск *В*, на котором сидит рычаг прерывателя *И*. Так как шайба *У* вращается против движения часовой стрелки, то перемещая рычаг *р* вправо, т. е. против хода шайбы, получим большее опережение, перемещая же его влево, по ходу шайбы, мы дадим меньшее опережение. Опережение зажигания в автомобильных двигателях ГАЗ изменяется в пределах до 30°. Мы уже отмечали раньше, что максимальная мощность получается при условии своевременного зажигания рабочей смеси и слишком ранее зажигание создает сильные противодавления газов на поршень.

При позднем зажигании горение смеси продолжается и во время хода расширения, при этом масло на стенках цилиндра выгорает, благодаря чему увеличивается трение поршня о стенки и двигатель перегревается. Кроме того, при позднем зажимании происходит чрезмерный нагрев выхлопной трубы. Как в первом, так и во втором случаях происходит потеря мощности двигателя. Для быстрого и удобного изменения опережения зажигания управление рычагом *р* с помощью тяг выведено к шоферу на рулевой штурвал.

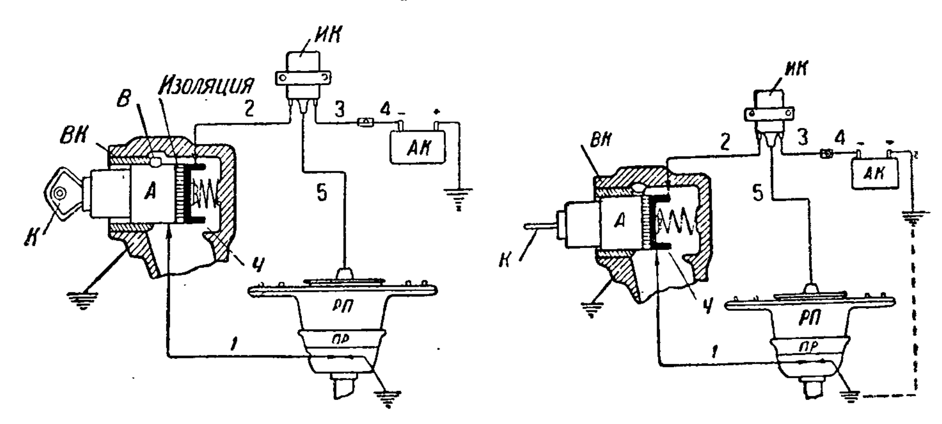
В системе батарейного зажигания принято плюс аккумулятора, а стало быть и динамомашины соединять на корпус для того, что-

бы не давать возможности слишком быстро обгорать контакту на молоточке *И*; неподвижный же контакт, больше сгорающий при таком соединении, легче снимается, зачищается и регулируется.

Разобранная нами индукционная катушка имеет обмотки с эмалевой изоляцией; данные первичной толстой обмотки: $d = 0,8$ *мм*; число витков 220, сопротивление $R_1 = 1,2$ ома, индуктивность $L_1 = 0,015$ *H*. Данные вторичной обмотки: число витков 10 000, диаметр $d \approx 0,1$ *мм*, сопротивление $R_2 = 10\,000$ ом (фордовская катушка имеет $R_1 = 1,3$ ома; $R_2 = 3000$ ом). Следует отметить, что на железный сердечник сначала наматывается вторичная тонкая обмотка, а поверх нее толстая. Такое расположение обмоток имеет целью удалить вторичную ответственную обмотку от металлического корпуса катушки, предохраняя тем самым от возможного пробивания вторичной обмотки на корпус, а также лучшее охлаждение первичной обмотки. Емкость конденсатора $C = 0,2\ \mu F$.

1. Устройство выключателя зажигания Форд

Выключатель *ВК*, установленный на щитке автомобиля, устроен так, что поворачиванием вставляемого ключа вправо на 90° (на четверть оборота) первичная цепь замыкается. Схема включения и выключения показана на фиг. 20, где *ВК* есть выключатель, *АК*

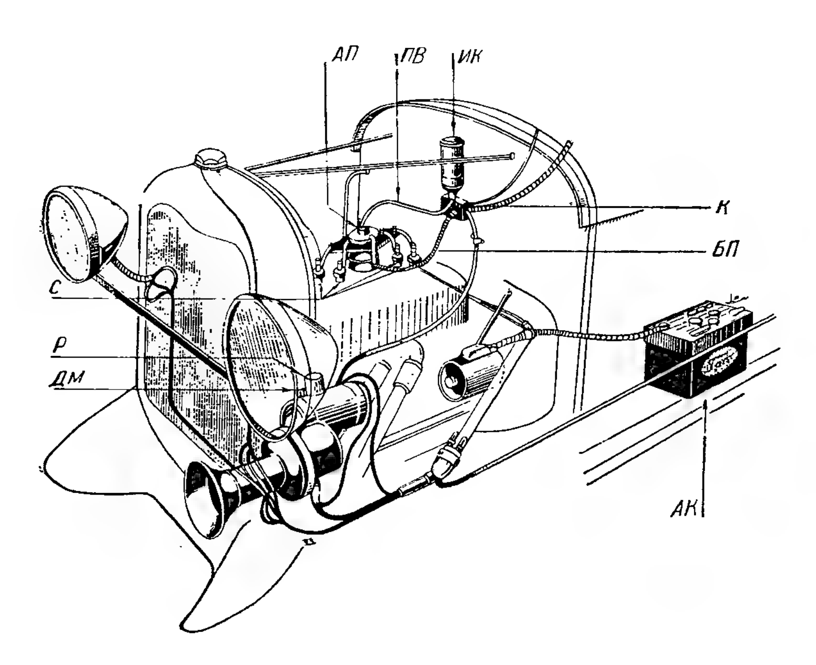


Фиг. 20. Выключатель зажигания Форд.

аккумуляторная батарея, *ИК* — индукционная катушка, *ПР* и *РП* прерыватель-распределитель, *1—2—3—4* провода низкого напряжения и *5* — провод высокого напряжения.

Выключатель состоит из корпуса, внутри которого находится цилиндр *А* с выступом *В*. В корпусе для выступа *В* имеется соответствующая косая прорезь. К цилиндру винтом укрепляется металлическая чашка *Ч*, изолированная от цилиндра прокладкой *И*. Провод *2* касается чашки все время, а провод *1* может касаться или цилиндра или чашки. При выключенном зажигании провод *1* и провод *2* разъединены, их разобщает изоляция *И*, при повертывании же ключа вправо выступ *В* передвигается по косой прорези, цилиндр *А* перемещается наружу и удерживается с помощью замка,

при этом провод *1* попадает на чашку *Ч* и первичная цепь оказывается замкнутой. Нажимая на цилиндр *А*, выключатель устанавливается в первоначальное положение. При остановке двигателя всегда нужно выключать *ВК*, иначе батарея при сомкнутых контактах прерывателя может быть разряжена, а катушка повреждена. При выключенном зажигании провод *1* замыкается на корпус.



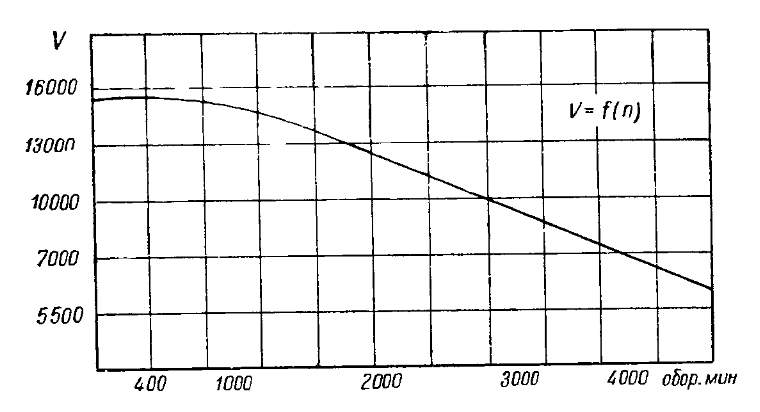
Фиг. 21. Общий вид расположения приборов зажигания на автомобиле ГАЗ.

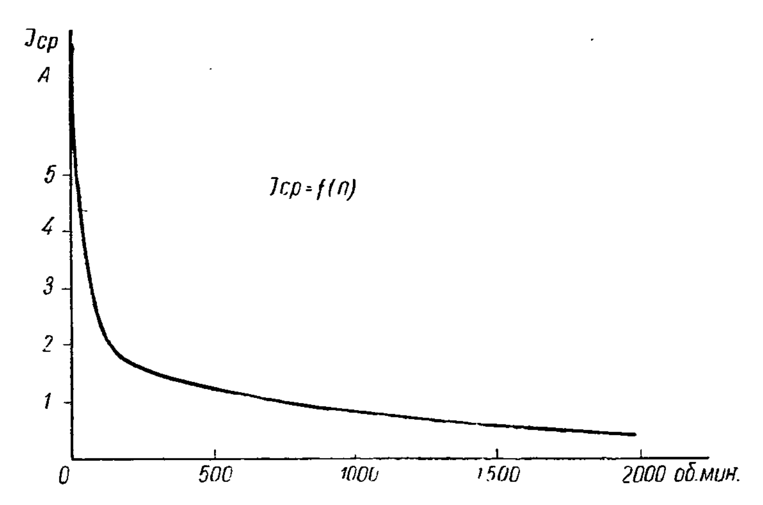
На фиг. 21 дан общий вид приборов зажигания на автомобиле ГАЗ.

Заканчивая рассмотрение батерейной системы зажигания на автомобиле ГАЗ отметим, что эта система имеет весьма положительную сторону в том отношении, что при пуске обеспечивает получение хорошей интенсивной искры, так как на малых оборотах время замыкания вполне достаточно для намагничивания железного сердечника катушки, что в конечном счете обеспечивает быстрый пуск двигателя. С другой стороны, по мере увеличения числа оборотов время замыкания контактов уменьшается, намагничивающий ток первичной цепи также уменьшается, напряжение во вторичной цепи падает, интенсивность искры ослабевает. Это, конечно, отрицательная сторона батарейной системы зажигания. На фиг. 22 и 22а представлена кривая изменения тока первичной цепи в зависимости от оборотов двигателя и кривая вторичного напряжения.

Наличие аккумулятора на автомобилях все равно, вне зависимости от системы зажигания, обязательно для пуска двигателя с помощью стартера, для освещения при стоянке, для пользования

сигналом, поэтому с экономической точки зрения применение батарейной системы зажигания вполне оправдываемо. Стоимость катушки около 20 руб., прерывателя-распределителя около 70 руб., тогда как стоимость магнето достигает 200 руб. и выше.





Фиг. 22—22а. Кривые тока и напряжения приборов батарейного зажигания.

2. Регулировка контактов прерывателя

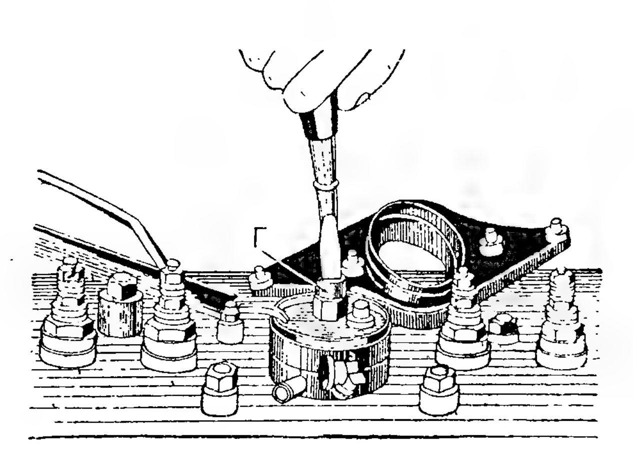
Зазор между контактами прерывателя должен быть в пределах от 0,4 до 0,5 *мм*. В случае выгорания поверхности контактов, их стачивают аккуратно на точильном камне или зачищают стеклянной шкуркой. Для того чтобы получить доступ к прерывателю, необходимо отбросить защелки *Ф* по обе стороны коробки, снять крышку *Ж*, ротор *Я* (фиг. 18).

Сняв крышку *Ж* и ротор *Д*, мы будем иметь легкий доступ к отдельным частям прерывателя. На фиг. 23 показан вид прерывателя сверху. Регулировка контактов прерывателя производится следующим образом: медленно поворачивают вал двигателя с помощью пусковой рукоятки, пока кулачок шайбы не упрется

в выступ рычага прерывателя. Специальным щупом проверяется зазор между разошедшимися контактами, и если он не соответствует 0,4—0,5 *мм*, необходимо отрегулировать надлежащий зазор. Для этого отпускается зажимной винт и поворачивается контактный в соответствующую сторону, пока не установится необходимый зазор. Затем зажимной винт закрепляется и все снятые детали устанавливаются на место.

3. Установка зажигания

Порядок зажигания рабочей смеси в автомобилях ГАЗ: 1—2—4—3. Установка зажигания производится следующим образом.



Фиг. 23. Установка кулачковой шайбы.

1. Поршень первого цилиндра, считая от радиатора, ставится в верхнее положение, соответствующее концу хода сжатия. На автомобилях ГАЗ для этой цели имеется специальный винт, ввернутый в крышку как раз против распределительной шестерни.

Для установки поршня первого цилиндра в верхнее положение винт этот вывертывается и вставляется в отверстие другим концом. Затем коленчатый вал медленно вращают с помощью пусковой рукоятки и нажимают винт до тех пор, пока он не войдет в углубление большой распределительной шестерни. Это и будет тот момент, когда поршень первого цилиндра находится в верхнем положении при сжатии.

2. Рычаг *Р* (фиг. 19) устанавливается на самое позднее зажигание.

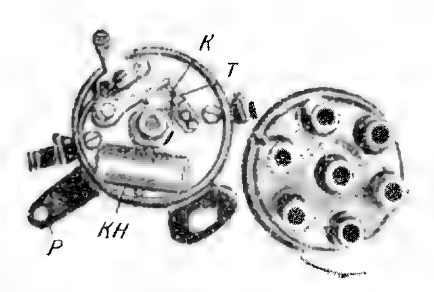
3. Контакты прерывателя в это время должны только начать расходиться, зазор между ними проверяется.

4. Если контакты не расходятся, то отвертывая винт *Г* (фиг. 23), перемещают кулачковую шайбу на валике против движения часовой стрелки, добиваясь расхождения контактов и установки пластинки *Щ* (фиг. 18) в распределителе против контакта свечи первого цилиндра.

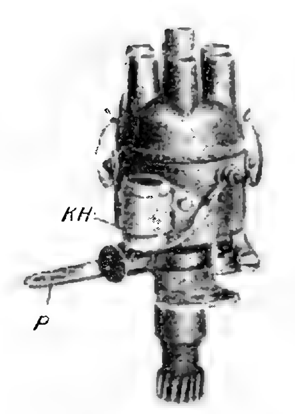
5. Затем установочный винт обратно завертывают на место. Скорость вращения валика, на котором сидит кулачковая шайба *У* и щетка *Щ*, в два раза меньше скорости вращения коленчатого вала.

VI. ЗАЖИГАНИЕ НА АВТОМОБИЛЯХ ЗИС-5 (АМО-3).

Если в первом выпуске на этих автомобилях отечественного производства устанавливались еще магнето Сцинтилла, то теперь мы видим применение батарейной системы зажигания и зажигания от магнето. Автомобили ЗИС-5 (АМО-3) 6-цилиндровые, порядок зажигания 1—5—3—6—2—4 В систему зажигания их входят: аккумуляторная батарея (6 вольт), динамомашина, не отличающаяся в значительной мере по своему устройству от рассматриваемой ниже



Фиг. 24. Прерыватель ЗИС и ЯЗ (вид сверху без крышки).



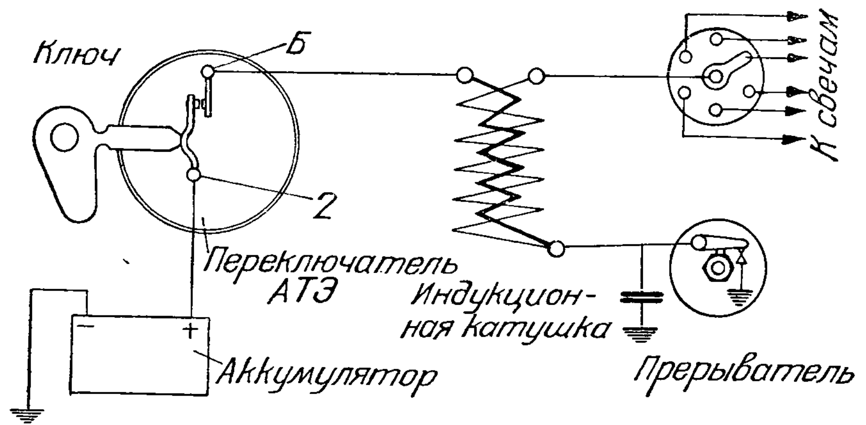
Фиг. 25. Прерыватель-распределитель автомобиля ЗИС-5 и ЯЗ.

в системе автомобилей ГАЗ и получающая вращение от двигателя через зубчатую передачу, индукционная катушка, прерыватель-распределитель — смонтированные также в одном общем корпусе, и выключатель зажигания. В этой системе отрицательный полюс также приключен на корпус. Кулачковая шайба прерывателя имеет 6 выступов, по числу цилиндров, так что за один оборот происходит шесть разрывов, поэтому она вращается со скоростью в два раза меньшей, чем коленчатый вал. Регулировка контактов прерывателя происходит за счет перемещения неподвижного контакта, укрепленного в стойке с нарезкой (фиг. 24).

Изменение опережения зажигания в этой системе осуществляется двойным способом: автоматически с помощью центробежного регулятора, связанного с кулачковой шайбой, и поворачивающего ее в сторону вращения по мере увеличения числа оборотов, и от руки с помощью рычага *Р*, поворачивающего весь корпус прерывателя-распределителя вместе с молоточком *К*. В этом случае внимание водителя в значительной степени освобождается, за него переста-

новку зажигания в зависимости от числа оборотов выполняет центробежный регулятор, однако для более тонкой установки зажигания, в зависимости от открытия дросселя, качества рабочей смеси пускается в действие регулирования от руки.

На фиг. 25 представлен общий вид прерывателя-распределителя автомобиля ЯЗ (Ярославского завода), отличающегося несколько меньшими общими размерами, причем конденсатор, как видно на фигуре, вынесен наружу. Следует отметить также более удобную и плавную регулировку контактов прерывателя, осуществляемую



Фиг. 26. Схема батарейного зажигания автомобилей ЗИС-5.

поворачиванием винта, имеющего эксцентричную головку, помещенную в отверстие неподвижного контакта, при этом перед регулировкой следует ослаблять другой — крепящий винт, который затем, конечно, закрепляется.

Провода, соединяющие распределитель со свечами, имеют солидную изоляцию, обеспечивающую протекание тока высокого напряжения без утечки, и для предохранения их от повреждений заключены в общую железную трубку.

Токопрохождение через аппараты зажигания автомобиля ЗИС-5 (АМО-3) ничем не отличается от ранее разобранного, здесь следует только указать на конструкцию выключателя и в связи с этим проследить токопрохождение по первичной цепи. На фиг. 26 приведена схема зажигания автомобилей ЗИС-5 и А-3.

VII. ЗАЖИГАНИЕ НА ТРАКТОРЕ КЛЕТРАК-40.

Зажигание на тракторе Клетрак производится от аккумуляторной батареи и динамо при помощи индукционной катушки высокого напряжения. Рассмотрим сначала устройство и особенности отдельных приборов зажигания, а затем разберем общую схему.

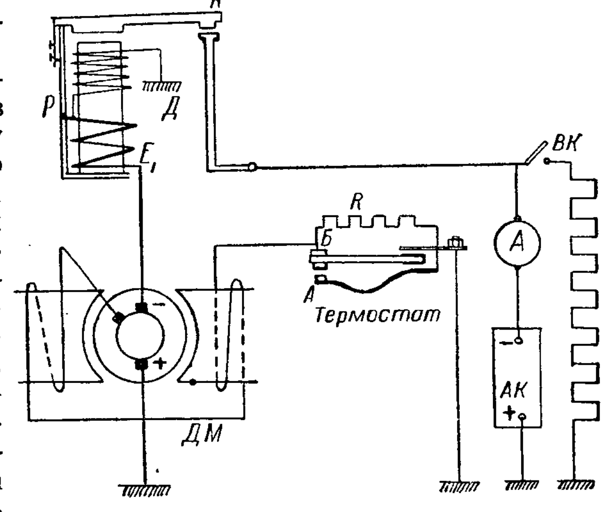
Система зажигания состоит:

1) из динамомашины постоянного тока (12 вольт),
2) аккумуляторной батареи (12 вольт),
3) индукционной катушки,
4) прерывателя-распределителя и
5) выключателя.

1. Динамомашина Делько-Реми

Динамомашина постоянного тока шунтовая, т. е. с паралельным возбуждением, напряжением 12—13 вольт. Устройство ее ничем не отличается от динамо автомобиля ГАЗ. Регулирование напряжения динамо производится с помощью третьей дополнительной щетки, наличие аккумулятора при этой системе регулирования, как нами было отмечено и раньше, обязательно.

Вращение динамомашина получает через зубчатую передачу от распределительного вала двигателя. На средних и больших оборотах двигателя динамо питает аккумуляторную батарею и первичную обмотку индукционной катушки. Кроме того, ночью присоединяются еще электролампы для освещения. При пуске и на малых оборотах двигателя первичная обмотка катушки пита-



Фиг. 26а. Схема динамо Делько-Реми с термостатом и реле.

ется только от аккумулятора. В этой динамомашине имеется особое приспособление, называемое термостатом, предохраняющее динамомашину от перегрузки, которая, как известно, вызывает чрезмерный нагрев машины. Термостат состоит из двух пластин, имеющих на своих концах контакты, и крепится на динамомашине, со стороны коллектора. Одна из пластин — нижняя изготовлена из двух слоев различных металлов: никелевой стали и латуни. Эти два металла при нагревании расширяются неодинаково. Термостат включается в цепь возбуждения динамомашины (фиг. 26).

Контакты *А* и *Б* термостата в нормальных условиях работы сомкнуты и ток в катушки возбуждения проходит так: от плюс щетки по корпусу динамо на нижнюю пластинку термостата, через контакты *А* и *Б* в обмотки возбуждения полюсов плюс и минус и через 3-ю дополнительную возращается обратно в динамо.

Как только динамомашина нагреется до температуры 80° С пластинка из разнородных металлов, вследствие неодинакового их расширения, изгибается и контакты *А* и *Б* расходятся. Тогда ток возбуждения от точки *Е* проходит через сопротивление *R*, благодаря чему ток, идущий на возбуждение уменьшится, напряжение динамо упадет, а вслед за этим уменьшится подача тока на зарядку аккумулятора.

Сопротивление *R* представляет собой несколько витков никелиновой проволоки, намотанной на пластинке из слюды. При охлаждении динамо контакты *А* и *Б* вновь сомкнутся и ток возбуждения пойдет по прежнему пути, т. е. через контакты термостата.

2. Индукционная катушка и вариатор

Последовательно с первичной обмоткой катушки включена спираль чаще из нихромовой проволоки с сопротивлением в холодном состоянии в 1 ом, которая расположена в верхней части катушки.

Назначение этого дополнительного сопротивления регулировать поступление тока в первичную обмотку. От проходящего тока нихромовая проволока будет нагреваться, причем по мере увеличения нагрева сопротивление ее растет, поэтому в первичную обмотку при разном нагреве проволоки поступает ток разной величины.

Накал проволоки может доходить до красного цвета.

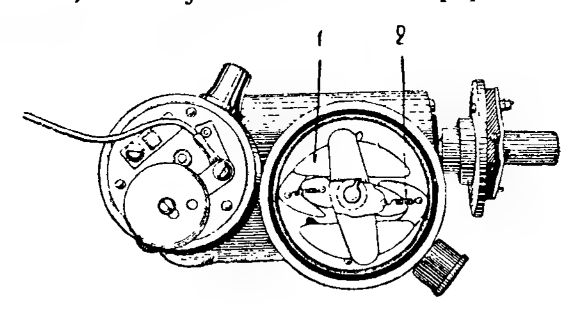
Электродвижущая сила вторичной обмотки достигает величины 15—18 тысяч вольт и постоянство ее поддерживается наличием дополнительного сопротивления в первичной цепи. При малых оборотах двигателя контакты прерывателя замкнуты большее время, чем на больших оборотах, поэтому дополнительное сопротивление при малых оборотах двигателя нагревается сильней, вследствие чего, несмотря на разное время продолжительности замыкания, ток к моменту разрыва первичной цепи достигает примерно одинаковой величины, почему и намагничивание сердечника, а вместе с этим и напряжение во вторичной цепи, не будут иметь резких колебаний и будут поддерживаться примерно одинаковыми. Такое приспособление носит название вариатора.

3. Прерыватель и распределитель

На общем валике, который получает вращение от вала водяного насоса, сидит пластинка распределителя и кулачковая шайба

Фиг. 27. Общий вид приборов зажигания на тракторе Клетрак.

прерывателя. Распределитель здесь искрового типа и зазор между пластинкой и контактами — 0,5 *мм*. Кулачковая шайба прерывателя имеет шесть выступов по числу цилиндров двигателя. На круглом диске прерывателя винтом укрепляется конденсатор, который включен параллельно контактам прерывателя. Зазор между контактами прерывателя устанавливается от 0,45 до 0,6 *мм*. На фиг. 27 представлен общий



Фиг. 28. Автоматическое опережение зажигания.

вид индукционной катушки и коробки прерывателя-распределителя, установленные на общей плите. На крышке распределителя имеется шесть выступов для укрепления проводов, идущих к свечам.

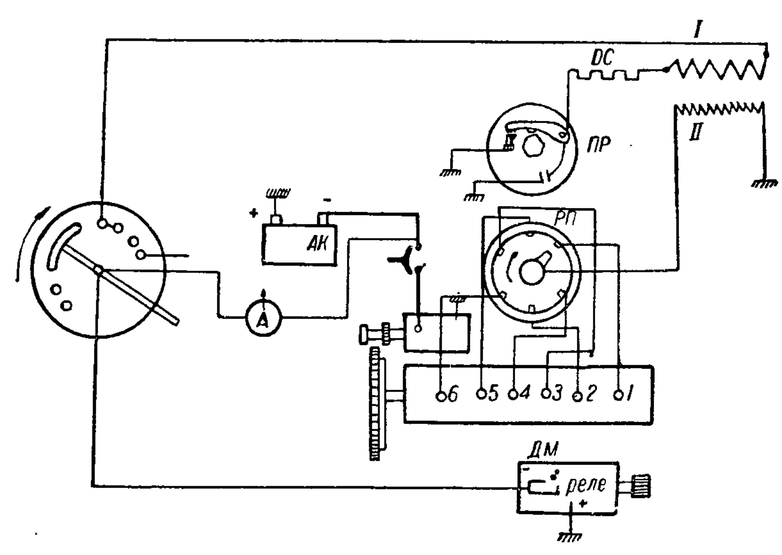
В тракторе Клетрак изменение опережения зажигания от руки не производится. В нижней части коробки прерывателя устанавливается регулятор, автоматически изменяющий опережение зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя. Регулятор состоит из двух грузиков, укрепленных на валике прерывателя-распределителя, которые при разных оборотах двигателя расходятся на разный угол, растягивая при этом пружины и смещая кулачковую шайбу. На фиг. 28 представлен автоматический регулятор опережения.

В нижеследующей таблице дается изменение опережения зажигания при помощи центробежного регулятора при разных оборотах двигателя.

Число оборотов двигателя в минуту	Опережение зажигания в градусах
400	4
800	16
1000	23
1200	28
1575	30
1600	32

4. Схема зажигания

На фиг. 29 изображена схема зажигания на тракторе Клетрак. На этой схеме *ДМ* — динамомашина, *АК* — аккумулятор, *I* и *II*



Фиг. 29. Монтажная схема зажигания на тракторе Клетрак.

обмотки индукционной катушки, *ДС* — дополнительное сопротивление (вариатор), *ПР* — прерыватель, *РП* — распределитель. Порядок зажигания 1—4—2—6—3—5, и в этом порядке присоединяются провода высокого напряжения, идущие от распределителя. Вращение ротора по часовой стрелке.

При пуске двигателя цепь замыкается выключателем и ток от

аккумуляторной батареи проходит так: от плюс на прерыватель, затем в добавочное сопротивление, первичную обмотку, на выключатель, через амперметр возращается в батарею. Стрелка амперметра при этом отклоняется влево, что указывает на разрядку аккумулятора. Ток высокого напряжения из вторичной обмотки проходит через распределитель на свечи и по корпусу двигателя возвращается во вторичную обмотку. Когда двигатель разовьет нормальные обороты, реле включит в цепь динамомашину и ток из нее будет итти на зарядку батареи и на питание индукционной катушки. Стрелка амперметра будет отклоняться уже вправо. Как только напряжение динамо будет меньше, чем аккумулятора, контакты реле разойдутся, и динамомашина от цепи будет отключена. При остановке двигателя выключатель необходимо установить на О (выключено), иначе батарея будет непроизводительно разряжаться через первичную обмотку катушки, которая в конечном счете будет повреждена.

Возможно также работа динамо и батареи на потребителя вместе, в таком случае работа их происходит параллельно.

В заключение рассмотрения электрооборудования Делько-Реми необходимо отметить, что в этой системе проводится стремление к возможно большей автоматизации:

1. На динамо усановлен термостат, регулирующий загрузку машины.

2. Для потддерживания постоянства высокого напряжения на разных оборотах к первичной обмотке последовательно приключен вариатор, регулирующий поступление в нее тока.

3. Для изменения опережения зажигания при разных оборотах двигателя в коробке прерывателя-распределителя установлен центробежный регулятор. Электрическое оборудование Делько-Реми применяется также на американских автомобилях Бьюик, Шевроле (грузовик), Линкольн и т. д.

VIII. ЗАЖИГАНИЕ ОТ МАГНЕТО ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

До сих пор мы рассматривали зажигание при помощи индукционной катушки, получающей электроэнергию от аккумулятора или динамомашин. Теперь рассмотрим зажигание от магнето высокого напряжения, которыми оборудованы почти все современные тракторы и часть автомобилей.

Магнето представляет собой электрический генератор, в котором механическая энергия движения превращается в энергию электрическую, используемую для целей зажигания, поэтому магнето не нуждается в постороннем источнике электроэнергии — динамомашине или аккумуляторе.

Магнето приводится в движение от двигателя, вырабатывает переменный ток и как всякий генератор, работающий на принципе электромагнитной индукции, состоит из двух основных частей:

1) магнитов, создающих магнитное поле, и

2) якоря, в обмотках которого индуктируется э.д.с.

В рассмотренных нами генераторах (динамомашинах) магнитное поле создавалось электромагнитами, в магнето же для этой цели применяются постоянные магниты, изготовленные из специальных сортов стали, способной долго сохранять приобретенное ею магнитное свойство. Сюда относятся — вольфрамовая сталь, кобальтовая сталь и хромовая, последняя получила распространение главным образом в Америке.

Кобальтовые стали являются наилучшими, обладая большой коэрцитивной силой (свойство задерживать остаточный магнетизм), в 3—4 раза большей по сравнению с вольфрамовыми и хромовыми сталями.

Кобальтовые стали хотя и стоят дороже, но зато магниты получаются более легкими, благодаря уменьшению общих размеров при одних и тех же магнитных данных.

Ниже приведена сравнительная таблица Ватсона, характеризующая отдельные сорта стали по их магнитным свойствам, где в пятой графе дано максимальное значение произведения $H \cdot B$, которое пропорционально максимуму свободной энергии, заключенной во внешней цепи магнита, и в графе шестой — энергия в эргах, приходящаяся на единицу объема (1 $см^3$) материала.

Намагничивание сталей производится с помощью электромагнитов, по обмоткам которых пропускается постоянный ток короткими импульсами.

Сорт стали	Состав стали	Коэрцивная сила в гаусах H_0	Остаточная магнитная индукция в гаусах B остат.	$H \cdot B_{max}$	Запасенная энергия *эрг/см*³
Хромовая	Cr — 2% Cc — 1%	50—70	11000—8000	230 000	9 200
Вольфрамовая	W-5%; C-0,75% Cr — 5%	50—75	11000—8500	260 000	10 400
Кобальтовая прокатанная (хромо-вольфрамо-кобальтовая)	Co — 30—40% Cc — 0,4—0,8% Cr — 1,5—3% W — 5—7%	190—230	10000—8000	800 000	31 800

Намагничивание хромовых и вольфрамовых сталей до насыщения может быть произведено полем в 500 *AW* (ампер витков) на 1 *см* длины магнита, что касается кобальтовых сталей, то для их намагничивания до насыщения требуется 1000 *AW* на 1 *см* длины магнита, причем кобальтовая сталь при механических сотрясениях и нагревании отличается большой устойчивостью. По своему устройству современные магнето можно разделить на две основные группы:

1) с вращающимися обмотками (якорного типа),

2) с неподвижными обмотками (индукторного типа).

Из первой группы рассмотрим магнето Бош из второй — Аэро-Сплитдорф и типа Сцинтилла — завода АТЭ.

1. Магнето с вращающимися обмотками

Все магнето, относящиеся к этой группе, состоят из следующих основных частей:

1) неподвижных постоянных магнитов,

2) вращающегося якоря с обмотками, причем обмоток две, одна толстая с небольшим числом витков (120—200), другая тонкая — с большим числом витков (5000—10 000),

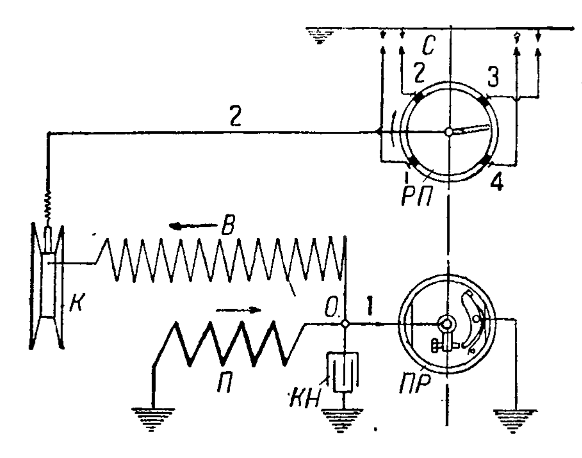
3) прерывателя тока низкого напряжения и

4) распределителя тока высокого напряжения.

При вращении якоря между полюсами магнитов в первичной обмотке индуктируется ток низкого напряжения. Этот ток механическим прерывателем размыкается, и в момент разрыва во вторичной обмотке трансформируется ток высокого напряжения, который через распределитель направляется к свече для зажигания рабочей смеси. Параллельно контактам прерывателя включается конденсатор, предохраняющий контакты прерывателя от обгорания и способствующий значительному увеличению электродвижущей силы во вторичной обмотке.

Если в батарейной системе зажигания источник тока, индукционная катушка и прерыватель-распределитель были разобщены, то магнето представляет собой компактную машину, где все пере-

численные элементы конструктивно объединены и магнето одновременно является источником электроэнергии и индукционной катушкой (трансформатором). Схема магнето изображена на фиг. 30.

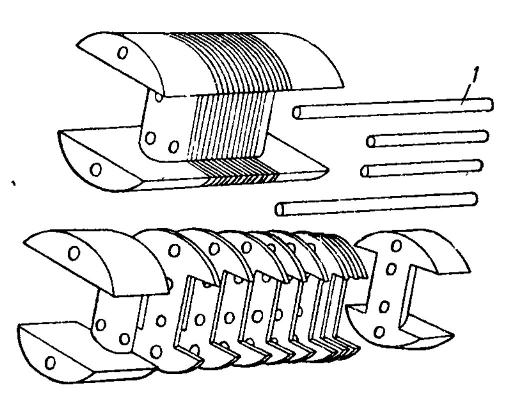


Фиг. 30. Схема магнето высокого напряжения.

2. Якорь магнето

Тело якоря (фиг. 31) изготовлено из отдельных пластин мягкого железа, изолированных друг от друга папиросной бумагой или шеллаком для уменьшения влияний токов Фуко. Мягкое железо позволяет якорю быстро намагничиваться и размагничиваться. Для того чтобы по возможности уменьшить магнитное сопротивление, воздушный зазор между полюсными башмаками и телом якоря делается небольшим, примерно 0,3 *мм*. Разберем теперь как изменяется и проходит магнитный поток через тело якоря при его вращении. Отметим следующие характерные положения, считая вращение якоря между полюсами магнита по часовой стрелке (фиг. 32).

I положение. Магнитные силовые линии выходят из северного полюса N и входят в южный S, проходя через головку A, сердечник C и головку B, замыкаясь дальше через тело магнита.



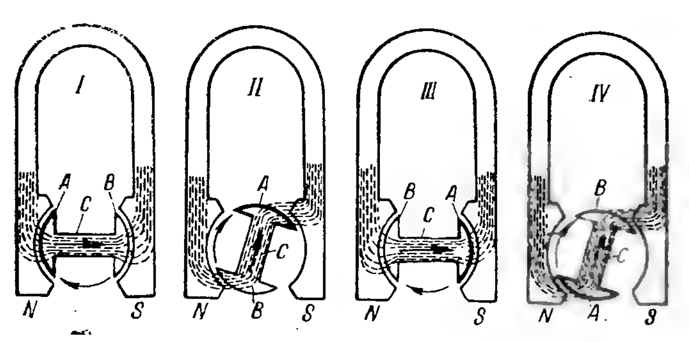
Фиг. 31. Сердечник якоря магнето.

II положение. Якорь повернулся на угол, несколько больше 90°. При этом положении магнитный поток изменил свое направление в теле якоря на обратное. Магнитные силовые линии проходят уже из N в S через головку B, сердечник C и головку A.

III положение. Якорь повернулся на угол 180°, занял опять горизонтальное положение. К северному полюсу повернута головка B, силовые линии проходят в направлении, указанном стрелкой.

IV положение. Магнитный поток снова изменил свое положение и магнитные силовые линии проходят из N в S через головку A, сердечник C и головку B. В дальнейшем положения якоря будут повторяться. Таким образом за один оборот якоря дважды меняется направление магнитного потока, и следовательно два раза этот поток в сердечнике якоря будет исчезать, т. е. магнитный поток будет изменять не только свое направление, но и величину.

Полезный поток, пронизывающий сердечник якоря при каждом, положении, можно определить по формуле: $\Phi_{\text{полезн.}} = \frac{HL_{\text{внешн.}}}{\delta R}$



Фиг. 32. Прохождение магнитного потока через тело якоря.

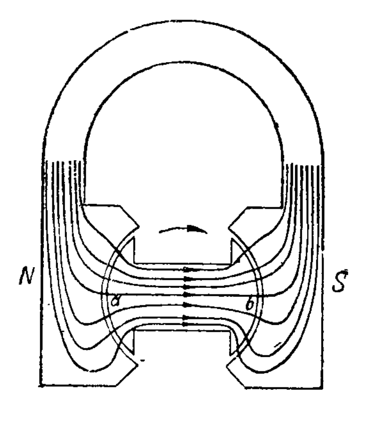
где HL — магнитодвижущая сила постоянного магнита, действующая на внешнем участке магнитной цепи, между полюсами; R — сопротивление магнитной цепи между полюсами, состоящее из двух

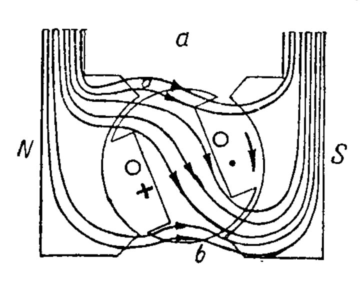
Фиг. 33. Синусоидальное изменение магнитного потока.

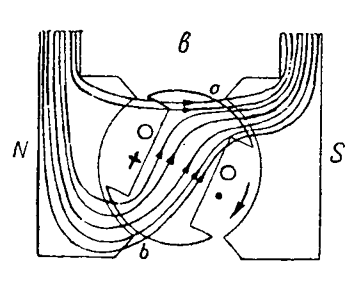
сопротивлений: воздушного зазора и тела якоря; $\delta = \frac{\Phi_{\text{полное}}}{\Phi_{\text{полезн.}}}$ — коэфициент магнитного рассеяния, равный примерно 1,5.

Этот поток через сердечник якоря будет изменяться от 0 до максимума и обратно (фиг. 33).

Приступая к рассмотрению наведения э.д.с. в обмотках магнето, сделаем замечания следующего порядка: прежде, рассматривая процессы электромагнитной индукции, мы говорили часто о пересечении проводника магнитными силовыми линиями (фарадеевская формулировка), теперь же, рассматривая подобные процессы в магнето, будем говорить чаще об изменении магнитного потока в сердечнике якоря, а вместе с этим, конечно, и об изменении магнитного потока, охватываемого обмотками магнето (максвелловская формулировка), что мы делаем из-за удобства рассмотрения процессов. „Обе формулировки закона электромагнитной индукции, в случае строго определенного и неизмененного контура тока, совершенно тождественны и выражают собой один и тот же физический процесс. Существование двух формулировок объясняется тем, что на практике в различных случаях мы видим более отчетливо то одну, то другую сторону этого процесса“ (акад. Миткевич, Физические основы электротехники).







Фиг. 34. Реакция якоря магнето.

Благодаря изменениям магнитного потока при вращении якоря в первичной обмотке появится э.д.с., которая при замкнутых контактах прерывателя создаст электрический ток, достигающий максимальных значений в момент наиболее резкого изменения магнитного потока в сердечнике, т. е. в положениях II и IV. Этот ток, благодаря действию э.д.с. самоиндукции, отстает по фазе от основной э.д.с. и достигает максимальной величины, например при 1000 об/мин около 5 ампер, когда сердечник пройдет немного нейтральное положение (*a* и *b*). За один оборот якоря переменный ток два раза будет достигать максимальных значений.

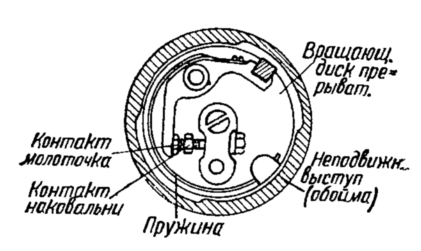
На основное магнитное поле постоянных магнитов будет накладываться еще магнитное поле реакции якоря, возникающее вокруг витков с током первичной обмотки, т. е. кроме магнитного потока $\Phi_{полезн.} = \frac{HL_{внеш.}}{\delta \cdot R}$ будет еще действовать: $\Phi_1 = \frac{0{,}4\pi i_1 W_1}{\delta \cdot R}$, где i_1 — сила тока в первичной обмотке, w — число витков ее.

Магнитный поток, созданный током первичной обмотки, по закону Ленца, будет стремиться противодействовать изменению магнитного потока постоянного магнита, т. е. когда якорь, вращаясь, переходит из положения *I* в положение *a*, то происходит уменьшение магнитного потока в сердечнике от Φ_{max} до $\Phi = 0$,

следовательно в первичной обмотке зарождается ток такого направления (на фиг. 34 указано стрелкой), что создаваемый им поток реакции противодействует этому уменьшению, т. е. направлен с ним в одну сторону. При размыкании первичной цепи в определенный момент происходит резкое изменение потока реакции якоря, вызывающее во вторичной обмотке ток высокого напряжения ($E_2 = -W_2 \frac{d\Phi}{dt} \cdot 10^{-8}$ вольт). Этот момент как раз и используется в магнето для получения электрической искры. При дальнейшем вращении из положения *a* в положение *II* происходит увеличение магнитного потока от 0 до максимума, наведенная э.д.с. и ток первичной цепи уже направлены обратно, вследствие чего поток реакции направлен в противоположную сторону, действуя размагничивающим образом на основные постоянные магниты. Аналогичные положения якоря по своим действиям будут повторяться за один оборот якоря два раза и такое магнето носит название двухискрового. Мы сейчас рассмотрели первичную обмотку, конечно, и во вторичной в этих положениях также наводится э.д.с., соответствующего направления.

3. Прерыватель

Прерыватель (фиг. 35) состоит из бронзового диска, на котором укрепляется подвижной и неподвижной контакты. Подвижной контакт представляет собою рычажок, качающийся на оси *O*. На одном конце рычажка имеется контакт из тугоплавкого металла, а на другом — фибровая вставка. Неподвижный контакт представляет пластинку, изолированную от диска, через которую проходит винт, скрепляющий весь прерыватель с первичной обмоткой якоря магнето. Винтом неподвижного контакта можно изменять зазор между контактами, который допускается от 0,3 до 0,4 *мм*.



Фиг. 35. Прерыватель магнето.

Так как в момент размыкания между контактами все же проскакивает слабая искра, то для предохранения от обгорания они изготовляются из сплава тугоплавких металлов — платины и иридия или из вольфрама, который дешевле, но зато обгорает быстрее. Для размыкания контактов прерыватель вращается в неподвижной обойме, имеющей выступы (кулачки).

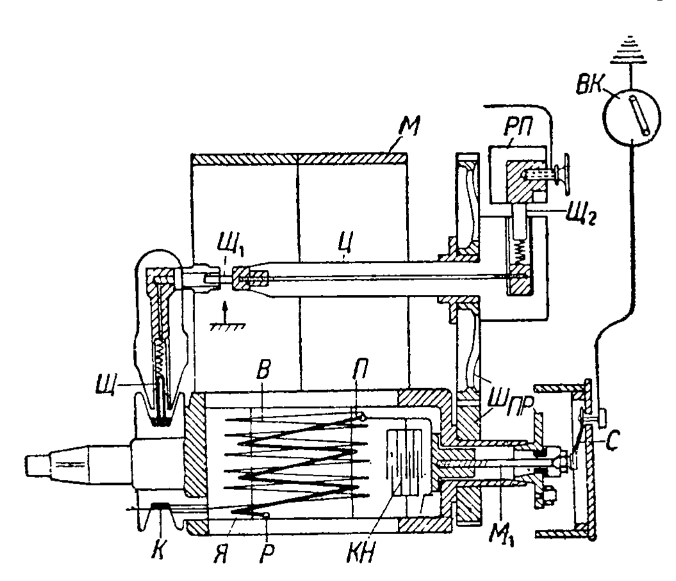
При вращении диска фибровая вставка будет набегать на выступы неподвижной обоймы, благодаря чему рычажок, поворачиваясь около оси *O*, своим контактом отойдет от неподвижного контакта. Как только вставка сбежит с выступа, пружина прижмет рычажок так, что контакты вновь сомкнутся. Неподвижный контакт носит название наковальни, а подвижный — молоточка.

Прерыватель магнето находится в более сложных условиях работы по сравнению с прерывателями батарейной системы зажигания; благодаря влиянию самоиндукции ток в первичной цепи сдвинут по фазе по отношению к напряжению, поэтому когда

в момент разрыва ток проходит через нулевое значение — напряжение еще имеет значительную величину, способствуя образованию дуги на контактах прерывателя, и точный подбор конденсатора по емкости играет в магнето более существенную роль.

4. Схема электрического соединения в магнето Бош.

На фиг. 36 представлена схема электропроводки магнето Бош. На схеме: *Я* — якорь, вращающийся в магнитном поле постоянных магнитов *М*. *П* — первичная толстая обмотка одним концом *Р* припаяна на корпус магнето, а другим соединяется с медной втулкой *Г*, изолированной от корпуса магнето. Во втулку *Г* ввертывается винт *М*, скрепляющий прерыватель с якорем, вследствие чего они вместе вращаются. *КН* — конденсатор, *В* — вторичная тонкая обмотка, приключенная одним концом к первичной, а другим к контактному кольцу *К*, сидящему на левой полуоси якоря. При вращении якоря в первичной обмотке индуктируется э.д.с., которая при 1000 об/мин достигает примерно 30—35 вольт. Вторичная обмотка при вращении якоря также пересекается

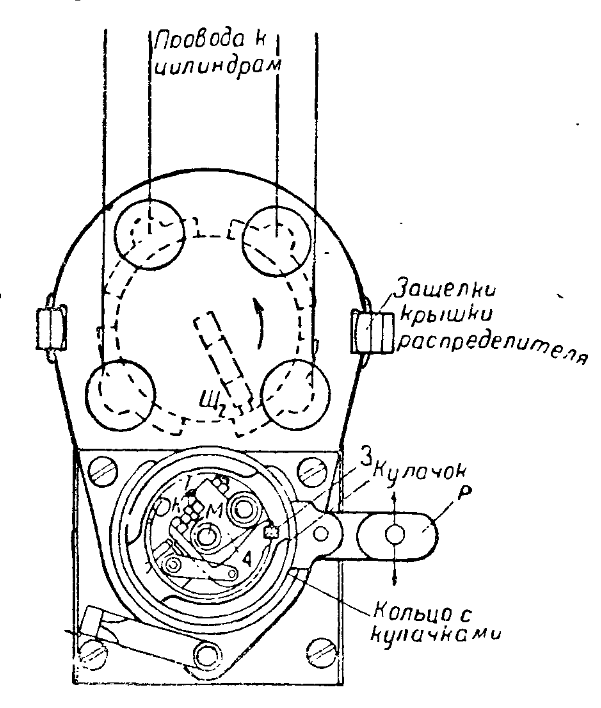


Фиг. 36. Схема электропроводки магнето Бош.

магнитными силовыми линиями поля, создаваемого постоянными магнитами *М*, и в ней появляется э.д.с., равная $E_1 = 1500—2000$ вольт. В первичной цепи при замкнутых кон-тактах прерывателя протекает ток силы от 3 до 5 ампер. Этот ток создает свое собственное магнитное поле (поле реакции якоря), пронизывающее как первичную, так и вторичную обмотки. Для получения тока высокого напряжения прерыватель разрывает первичную цепь, магнитное поле, созданное током первичной обмотки, быстро исчезает, вследствие чего во вторичной обмотке появляется э.д.с. высокого напряжения, примерно E_2=10 000—15 000 вольт.

В результате во вторичной обмотке E_1 и E_2 складываются, и мы получаем рабочее напряжение, способное создать между электродами свечи искру, вполне обеспечивающую зажигание рабочей смеси.

Теперь разберем токопрохождение в первичной и вторичной обмотках. Из первчной обмотки, зародившийся ток идет через изолированную втулку, центровый винт, на контакты прерыватеял, а так как контакт молоточка соединен с корпусом, то ток по корпусу магнето вернется через конец *P* обратно в первичную обмотку. Для надежного протекания тока первичной обмотки с обратной стороны прерывателя в специальное углубление вставляется щетка, носящая название „заземляющей щетки".

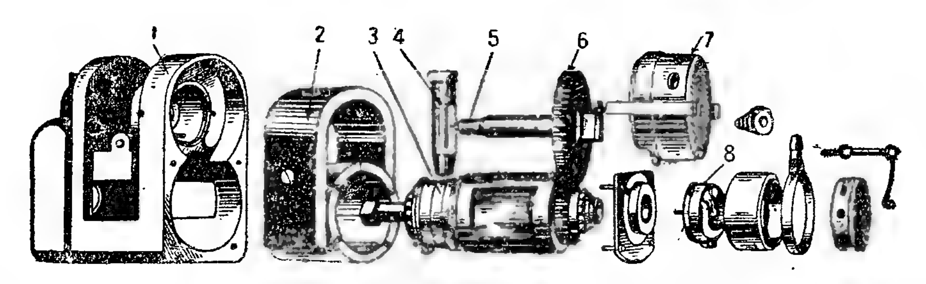


Фиг. 37. Вид магнето Бош спереди.

Кроме нее имеется еще вторая „заземляющая щетка", расположенная обычно вблизи конца *P* первичной обмотки. Если эти щетки неисправны или отсутствуют, то ток будет проходит через шариковые подшипники, портя смазку и шарики.

Ток высокого напряжения проходит так: из вторичной обмотки на контактное кольцо *K*, с него через щетки *Щ* и $Щ_1$, проводник *Ц* на щетку $Щ_2$ распределителя. Щетка $Щ_2$ при вращении будет поочередно замыкать контакты распределителя и передавать ток на свечи. Ток высокого напряжения, пройдя между электродами свечи, перейдет на корпус двигателя, затем по корпусу двигателя и магнето вернется обратно через первичную обмотку во вторичную. Щетка $Щ_2$ увлекается шестерней *Ш*, приводящейся в движение от шестерни, сидящей на правой полуоси якоря фиг. 37. Для того, чтобы ток высокого напряжения передавался на свечи в момент разрыва первичной цепи, шестерни должны находиться в соответственном зацеплении. Заводы, выпускающие магнето, на зубьях ведущей и ведомых шестерен наносят метки, и при сборке магнето необходимо устанавливать шестерню распределителя так, чтобы в зацеплении находились зубья с метками, только тогда будет вполне согласованное действие прерывателя и распределителя. В случае когда ток высокого напряжения почему-либо не пройдет через электроды свечи, что может, например, случиться

при обрыве провода или слишком большом зазоре между электродами, то он будет стремиться пройти между витками вторичной обмотки, пробивая при этом ее изоляцию. Поэтому для избежания пробоя изоляции против щетки $Щ_1$ устанавливается винт или пластинка на расстоянии 7—8 *мм*; через этот воздушный промежуток и проскакивает искра в случае отрыва провода. Для быстрой остановки двигателя автомобиля или трактора достаточно выключить зажигание. Для этой цели второй конец первичной обмотки также соединяется на корпус через выключатель *ВК*. Если пластинка выключателя замыкает оба контакта, то ток из первичной обмотки будет проходить с винта $М_1$ на пружинящую пластинку *С*, все время прижатую к винту, затем по проводу через выключатель на корпус. И несмотря на расхождение контактов прерывателя, первичная цепь не размыкается, поэтому не полу-



Фиг. 38. Магнето Бош в разобранном виде.

чается тока высокого напряжения, зажигание смеси прекратится и двигатель быстро остановится. Для изменения опережения служит рычаг *Р*, помощью которого мы можем перемещать обойму с кулачками.

Движения рычага вверх и вниз ограничены, для чего в обойме имеются штифты, которые ходят в направляющих, ограничивающих перемещение обоймы. Перемещением рычага *Р* против вращения прерывателя мы создаем большее опережение, а перемещая по вращению — меньшее.

Магнето бывает правого и левого вращения, причем об этом судят, наблюдая со стороны привода, т. е. со стороны, противоположной к прерывателю и распределителю. Подразделение по направлению вращения производится потому, что э.д.с. в первичной обмотке достигает своего максимума, когда тавро якоря отойдет от полюсных башмаков по направлению вращения на 2—3 *мм*. В этот момент будет разрыв первичной цепи, и щетка распределителя набегает на какой-нибудь контакт, соединенный со свечой. При вращении магнето в обратную сторону расхождение контактов прерывателя не будет уже совпадать с появлением максимальной э.д.с. в первичной обмотке. Направление вращения указывается обычно стрелкой, помеченной на видном месте, и в частности в магнето Бош на крышке, закрывающей щетку контактного кольца. Можно определить направление вращения магнето и по прерывателю: ось, на которой качается рычаг прерывателя, идет при вращении впереди фибровой вставки, которая набегает на

кулачки обоймы. Этим достигается набегание и сбегание фибровой вставки без резких ударов. Магнето Бош в разобранном виде изображено на фиг. 38.

5. Автоматическое изменение опережения зажигания

Выше мы установили, что при работе автомобильного и тракторного двигателя приходится изменять опережение зажигания в зависимости от числа оборотов. Изменение опережения зажигания перемещением обоймы с кулачками снижает величину напряжения во вторичной обмотке, так как максимальный ток в первичной обмотке появляется при положении якоря магнето, когда головки его отойдут на 2—3 *мм* от полюсных башмаков, перемещением же обоймы мы не всегда создаем разрыв первичной цепи при максимальном токе, следовательно и не всегда получим возможные максимальные напряжения во вторичной обмотке.

Для изменения опережения иногда пользуются автоматическими приспособлениями, которые освобождают водителя от необходимости следить за рычагом опережения, и кроме того разрыв первичной цепи происходит всегда при максимальном токе. Эти автомотические приспособления устраиваются на центробежном принципе.

6. Установка магнето

Установка зажигания от магнето в основном не отличается от установок, разобранных нами выше. Она ведется следующим образом:

1. Поршень первого цилиндра устанавливается в верхнем положении, соответствующем концу такта сжатия.

2. При наличии рычага, допускающего производить изменение опережения от руки, зажигание устанавливается на самое позднее. Для этого рычаг перемещается в сторону вращения прерывателя.

3. Контакты прерывателя в это время должны начинать расходиться, а уголек распределителя набегать на сегмент, соединенный проводом со свечой первого цилиндра. Это достигается поворачиванием якоря от руки.

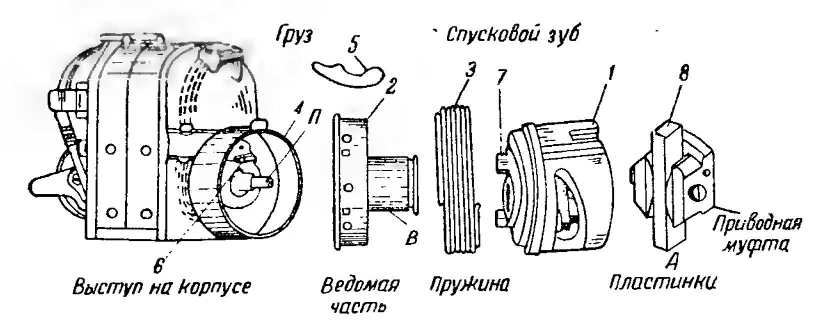
4. В таком положении магнето помощью соединительной муфты приключается к ведущему валику двигателя.

5. Зная порядок работы двигателя и направление вращения щетки распределителя (она вращается в противоположную сторону по сравнению с якорем), присоединяют остальные провода к свечам. В случае, когда порядок работы двигателя неизвестен, его определяют по клапанам: отмечают всасывающие клапаны и при медленном вращении двигателя от руки следят за порядком их открытия. Магнето Бош устанавливается, между прочим, на тракторах ЧТЗ.

7. Ускоритель

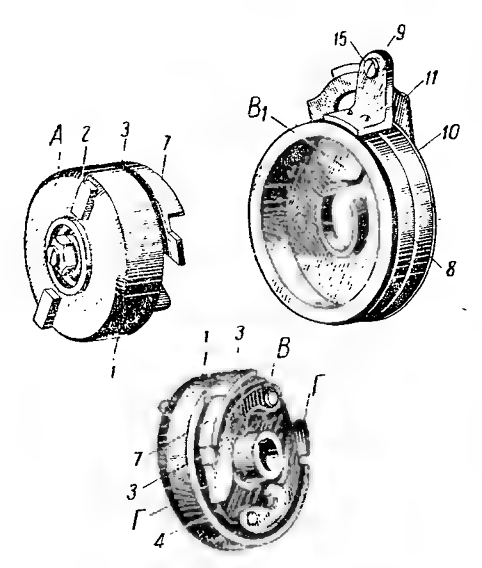
Ускорители в магнето применяются для того, чтобы при пуске двигателя от руки получить при небольших оборотах достаточно интенсивную искру, способную воспламенить рабочую смесь. При

вращении двигателя за пусковую рукоятку ему сообщается небольшое число оборотов, при которых магнето неспособно дать интенсивную искру для пуска двигателя в ход. Поэтому на выступающую полуось магнето со стороны привода насаживается специальный ускоритель, снабженный пружиной, которая при заводке



Фиг. 39. Ускоритель магнето.

на малых оборотах натягивается, а затем при спуске дает быстрый рывок якорю. В результате получается достаточная для воспламенения рабочей смеси искра. Подобные ускорители имеют большое применение на тракторах, в которых пуск двигателя производится большей частью вручную. На автомобилях же для пуска применяют специальные стартеры, которые будут разобраны ниже, в специальной главе.



Фиг. 40. Детали ускорения магнето Бош.

Ускоритель состоит из ведущей части *1* и ведомой *2*, которые связаны между собой пружиной *3* (фиг. 39). Один конец пружины вставляется в отверстие детали *1*, а другой — в отверстие детали *2*.

Ведомая часть *2* насаживается на полуось *П* и затягивается гайкой, а ведущая *1* насаживается на втулку *В*. Для предохранения ускорителя от пыли, нарушающей бесперебойную работу, его помещают в закрытую цилиндрическую коробку *4*. На ведомой части *2* сидят на осях два грузика *5*, которые свободно качаются. Эти грузики на малых оборотах магнето цепляются своими зубьями за неподвижный выступ *6*, расположенный вверху, в задней части коробки *4*. Так как грузы сидят на ведомой части, то движение ее, а в месте с ней и якоря прекратится, и ведущая часть *1* при своем движении, скользя по втулке *В*, теперь будет натягивать пружину до тех, пор, пока выступ *7* не дойдет до груза *5*. Этот выступ приподнимет

груз и натянутая пружина даст быстрый толчок якорю, который при этом получит достаточную скорость для создания искры, способной воспламенить рабочую смесь.

При работе двигателя грузики, вследствие больших оборотов, отбрасываются центробежной силой настолько, что за выступ *д* не цепляются и ускоритель не действует. Для приведения в движение магнето от двигателя применяется муфта на фиг. 39 отмеченная цифрой *8*. Чтобы не было резких ударов, часть ее *А* изготовляется из отдельных пластин и входит в соответствующие пазы — вырезы на ведущей части ускорителя.

На фиг. 40 изображен ускоритель магнето Бош типа FU 4 BR, устанавливаемого на тракторах ЧТЗ.

А — ведущая часть, соединяемая через промежуточную шайбу с муфтой, сидящей на валике водяного насоса.

В — ведомая часть, насаживаемая на выступающий конец вала якоря магнето.

При вращении магнето на малых оборотах грузик *Г* зацепляется за выступ B_1, благодаря чему якорь останавливается, при этом происходит натяжение ленточной пружины. Бортик на ведущей части приподнимает грузик, пружина освобождается и дает рывок якорю примерно на $^1/_4$ оборота.

Для удобной установки магнето на трактор ЧТЗ муфта сцепления имеет прорези, позволяющие перемещать на небольшой угол якорь магнето. Магнето Бош, устанавливаемое на тракторах ЧТЗ, правого вращения и крепится на площадке 4 болтами.

IX. МАГНЕТО ЭЙЗЕМАН

Магнето Эйземан принадлежит к типу магнето с вращающимися обмотками. Оно установлено на тракторах Катерпиллар, часто встречающихся в наших совхозах, и в основном мало чем отличается от магнето Бош. На фиг. 41 магнето Эйземан представлено в продольном разрезе.

1 — постоянный магнит; *2* — якорь магнето, вращающийся в шариковых подшипниках; *3* — первичная толстая обмотка; *4* — вторичная тонкая обмотка; *5* — конец первичной обмотки, соединенный через винт *6* с наковальней прерывателя, причем винт *6* изолирован от корпуса магнето. Один конец *9* тонкой обмотки хорошо изолирован и соединен с контактным кольцом *10*, а другой в месте *11* приключен в первичной обмотке. Для обеспечения хорошего контакта при прохождении тока с вращающихся частей магнето на неподвижные — служат щетки *12* и *13*. Щетка *12* вставлена в углубление с обратной стороны прерывателя и вращается вместе с ним, а щетка *13* неподвижна и трется об якорь вблизи конца первичной обмотки, соединенного с корпусом. Ток высокого напряжения с кольца *10* через угольную щетку *14* передается на подвижную щетку *15*, сидящую в углублении крышки распределителя.

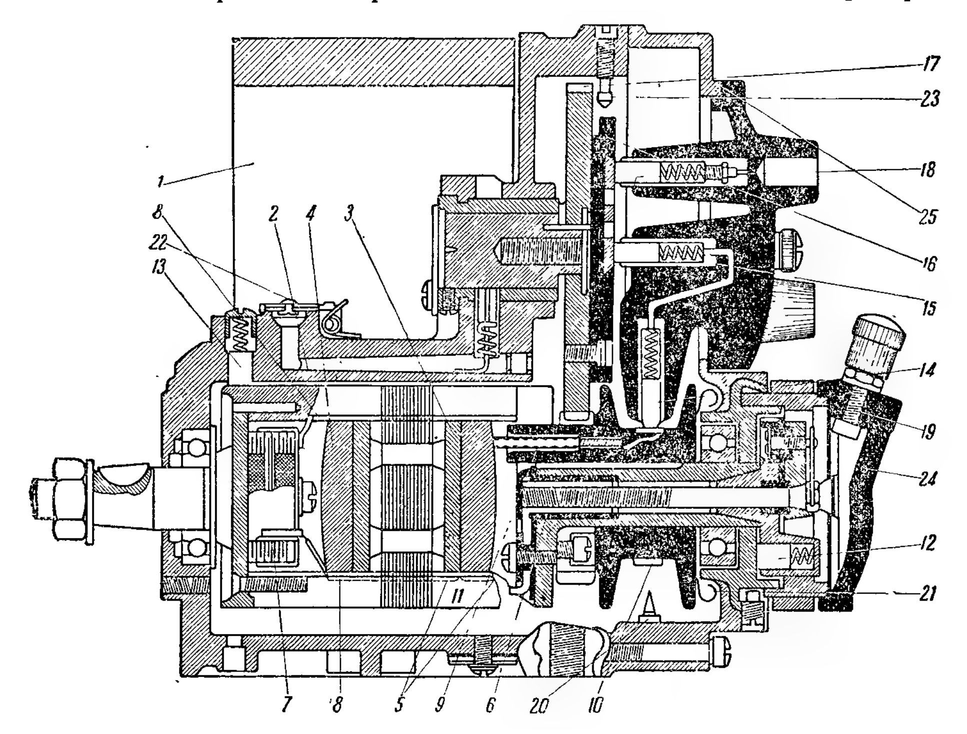
Со щетки *15* ток передается на Т-образный контакт распределителя, который вделан в эбонитовый круг *16*, вращающийся вместе с распределительной шестерней *17* (фиг. 41). С Т-образного контакта ток высокого напряжения передается поочередно на неподвижные щетки *18*, с которых ток по проводам направляется к свечам, а затем по корпусу двигателя и магнето возращается во вторичную обмотку. Для предохранения вторичной обмотки от повреждений — пробоя изоляции — служит предохранитель *20*, представляющий собой медный остроконечный винт, сидящий против контактного кольца. Если почему-либо ток высокого напряжения не пойдет по проводам, то искра проскочит через воздушный 8-милимметровый зазор между контактным кольцом и винтом *20*. Для предохранения контактного кольца от масла, которое может попасть из переднего шарикового подшипника и нарушить работу магнето, устанавливается маслоуловитель *21*.

Для смазки втулки распределительной шестерни служит отверстие *22*, расположенное со стороны привода, куда заливается легкое моторное масло через каждые 50 часов работы. Это масло из масляного колодца по фитилю подается на втулку.

Для выключения зажигания служит винт *19*, к зажиму которого присоединяется провод, идущий к выключателю.

Магнето Эйземан, устанавливаемые на тракторах Катерпиллар, правого вращения.

Сравнивая магнето Бош и Эйземан, видно, что в последнем ток высокого напряжения передается с контактного кольца на распре-



Фиг. 41. Разрез магнето Эйземан.

делитель по более короткому пути, так как контактное кольцо расположено со стороны прерывателя, в остальном оба магнето схожи.

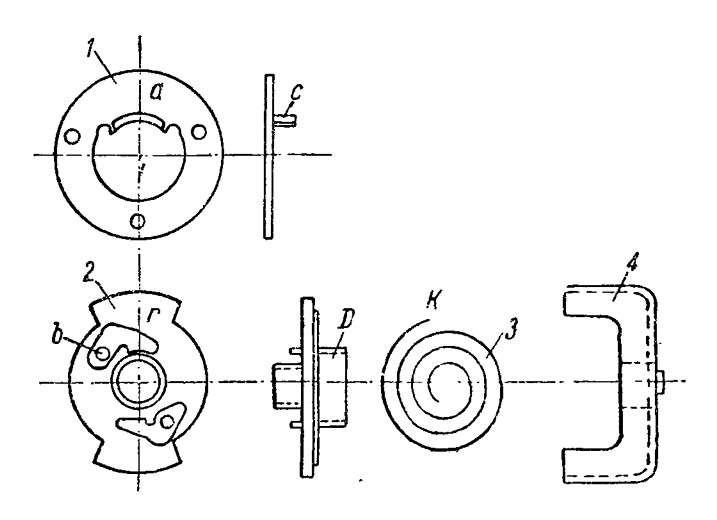
1. Ускоритель

Ускоритель магнето Эйземан состоит из ведущей и ведомой частей, связанных между собой пружиной. При малых оборотах магнето ведомая часть вместе с якорем на время останавливается, а ведущая часть натягивает пружину, которая затем, разворачиваясь, дает толчок якорю, сообщая ему достаточную скорость для создания интенсивной искры. На фиг. 42 представлены отдельные части ускорителя.

1 — неподвижный диск, закрепляемый со стороны привода к корпусу магнето винтами Диск этот имеет неподвижный выступ *a*. *2* — ведомая часть, имеющая два груза, которые качаются около осей *b* и *c*. Грузики имеют неодинаковые плечи. *3* — пластинчатая пружина, началом закрепляющаяся в диске *2*, а концом

в чашке *4*. *4* — ведущая часть в виде чашки. Собирается ускоритель так: пружина *3* своим концом *К* закрепляется в чашке *4*, а началом *И* в выступающей части *Д* диска *2*. Диск *2* закладывается в чашку *4* с некоторой натяжкой пружины. Затем ведомая часть насаживается на заднюю полуось на шпонку, и чтобы не было продольного смещения ускорителя, на конце оси навинчивается гайка.

Работа ускорителя. При незначительных оборотах груз *Г* в верхнем положении в силу своей тяжести одной стороной па-



Фиг. 42. Отдельные части ускорителя Эйземан.

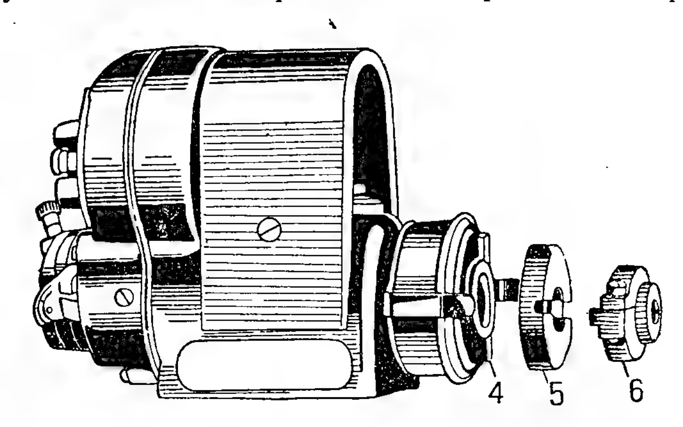
дает на выступ *а*, зацепляясь своим зубом. Вследствие этого диск *2*, на котором сидит груз, останавливается, а вместе с ним и якорь. Ведущая часть ускорителя *4* будет продолжать вращаться натягивая пружину. Как только выступ ведущей части нажмет, на короткое плечо груза *Г*, сцепление его с выступом *а* будет нарушено, и натянутая пружина даст толчок якорю. Последний получит при этом достаточную скорость, обеспечивающую при пуске сильную искру. Как только заработает двигатель, магнето получит достаточную скорость, и грузы центробежной силой будут отбрасываться и не задевать за выступ, т. е. ускоритель работать не будет.

2. Передача движения от двигателя к магнето

Магнето Эйземан устанавливается на тракторах Катерпиллар на специальной плите с правой стороны, считая от рулевого, и приводится в движение от валика водяного насоса. Сцепление с ведущим валиком осуществляется при помощи втулки, имеющей на поверхности мелкие зубья. О назначении этих зубьев будет сказано в главе об установке магнето. Втулка закрепляется на валике шпилькой и охватывается хомутом из двух частей, стягиваемых винтами. На одной половине хомута имеются два выступа, через

которые и передается движение. Втулка и ускоритель непосредственного соединения не имеют, а между ними помещается промежуточная шайба с соответствующими вырезами — с одной и с другой сторон. Вырезы расположены перпендикулярно, и в них входят выступы ускорителя и ведущей втулки.

На фиг. 43 представлены ускоритель *4*, промежуточная шайба *5* и втулка с хомутом *6*. Благодаря наличию промежуточной шайбы получается самоцентрирование, и в случае некоторого несовпадения осей ведущего валика и якоря магнето передача не нарушается.



Фиг. 43. Соединение магнето Эйземан.

3. Установка магнето

На тракторах Катерпиллар установку магнето производят следующим образом. На маховике двигателя имеются метки. Для проверки клапанов *TC* — верхняя мертвая точка в 1 и 4-м цилиндрах; *MAC* — момент вспышки.

1. Провертыванием маховика устанавливаем в первом цилиндре сжатие, пользуясь для определения его продувочным краником.

2. При сжатии в 1-м цилиндре, ставим метку *MAC* (момент вспышки) на маховике против указателя, затем открываем крышку клапанной коробки 1-го цилиндра и пробуем коромысла, которые должны быть свободны, т. е. оба клапана в этот момент должны быть закрыты.

3. Снимаем крышки распределителя и прерывателя магнето и устанавливаем поворачиваем якоря метку на распределительной шестерне против установочного винта. При такой установке Т-образный контакт набегает на уголек зажима, помеченного цифрой *1*. Провод этого зажима следует соединить со свечой 1-го цилиндра.

4. Контакты прерывателя в это время должны начинать расходиться, причем зазор между ними должен быть 0,3 *мм*, который проверяется щупом, имеющимся на специальном ключе для контактов прерывателя.

5. При таком положении магнето и двигателя можно начинать их жестко соединять. Для этого надевают промежуточную шайбу на ускоритель, отпускают винты, стягивающие хомут на ведущей

втулке, и поворачивают его таким образом, чтобы выступы пришлись как раз на промежуточную шайбу, надетую на ускоритель магнето. Затем болты затягиваются, крышки прерывателя-распределителя одеваются, и остается только присоединить остальные провода, соблюдая порядок зажигания: 1—3—4—2. При установке необходимо, чтобы промежуточная шайба имела продольную игру, иначе при нагревании ее зажмет. После установки следует проверить вновь прерыватель-распределитель, порядок присоединения проводов, а потом, проворачивая медленно маховик, следить за тем, чтобы ускоритель магнето щелкнул, когда метка *TC* (верхняя мертвая точка) встанет против указателя.

Магнето Эйземан на тракторах Катерпиллар установлено с постоянным опережением так, что рычага опережения не имеется. Для возможного изменения опережения зажигания, не снимая магнето, служит ведущая втулка с зубчиками. На хомуте, охватывающем втулку, также имеются зубцы. Поворачивая хомут на втулке в ту или другую сторону, когда двигатель не работает, можно изменять опережение зажигания. Перед поворачиванием хомутика следует только ослабить крепящие винты.

Следует помнить, что когда хомутик поворачивают в сторону вращения магнето, то вместе с ним поворачиваются якорь и прерыватель на некоторый угол вперед, следовательно в этом случае дается большее опережение. Поворачивая хомутик в противоположную сторону вращения магнето, мы получаем меньшее опережение.

Так как при пуске двигателя зажигание смеси должно производиться, когда поршень находится в верхней мертвой точке или с минимальным опережением примерно в 5°, то во избежание обратного удара, в магнето Эйземан ускоритель сконструирован так, что при пуске зацепившаяся собачка освобождается в момент, когда поршень подходит к верхней мертвой точке, и пуск двигателя происходит спокойно.

Как только двигатель заработает, собачка центробежной силой отбрасывается в сторону, и зажигание производится с постоянным опережением в 30°.

4. Магнето с неподвижными обмотками

В этих магнето как первичная, так и вторичная обмотки помещены на неподвижном сердечнике из мягкого железа. Для борьбы с токами Фуко, на которые затрачивается бесполезно часть энергии, сердечник выполняется из отдельных, изолированных друг от друга пластинок.

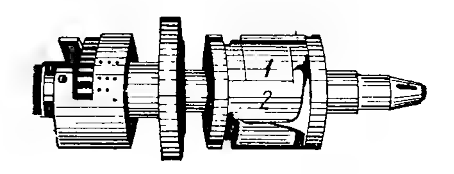
Магнето с неподвижными обмотками имеет целый ряд преимуществ; прежде всего неподвижность обмоток дает большую гарантию от повреждения их, передача тока осуществляется гораздо проще: меньше трущихся частей, передающих ток высокого напряжения; правда, фирмы Бош и Эйземан отказываются теперь от применения распределителей скользящего типа, переходя на изготовление распределителей искрового типа с зазором 0,5 *мм*, преимущества которых очевидны: меньший уход и большая надежность в работе.

В быстроходных двигателях имеют теперь большое применение магнето с неподвижными обмотками, так как в магнето с вращающимися обмотками на больших скоростях легко может быть нарушена механическая прочность обмоток.

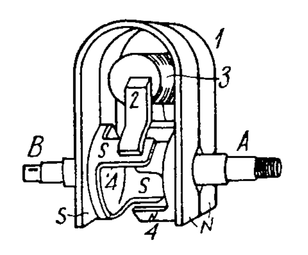
Рассмотрим устройство магнето Аэро-Сплитдорф, относящегося к этому типу.

5. Магнето Аэро-Сплитдорф

Эти магнето устанавливались до 1930 г. на тракторах Интернационал. Отличительной особенностью их является неподвижность обмоток, причем вращаются полюсные башмаки, которые носят название ротора. Ротор состоит из двух частей — левой и правой, отделенных друг от друга алюминиевой прокладкой, непозволяющей магнитным силовым линиям проходить непосредственно из одной части ротора в другую. На фиг. 44



Фиг. 44. Общий вид ротора магнето Аэро-Сплитдорф.



Фиг. 45. Прохождение магнитного потока через сердечник.

изображен ротор. На роторе имеются четыре полюсных башмака: два слева и два справа. Если два левых башмака соприкасаются с южным полюсом, то два правых с северным.

На фиг. 45 мы видим прохождение магнитных силовых линий с *N* на *S* постоянного магнита.

1 — постоянные магниты; *2* — сердечник обмоток; *3* — неподвижные первичная и вторичная обмотки; *4* — полюсные башмаки ротора; два левых — *S* и два правых — *N*.

В вырезы постоянного магнита *N*, *S* входят полуоси ротора *A* и *B*. Магнитные силовые линии проходят так (для ясности взята одна линия): из северного полюса *N* постоянного магнита через один правый полюсный башмак *N* ротора силовая линия проходит через сердечник *2*, на котором сидят неподвижные обмотки *3*, затем по одному полюсному башмаку *S* входит в *S* постоянного магнита и по магнитной дуге вновь в *N*. Магнитная силовая линия вполне замкнута.

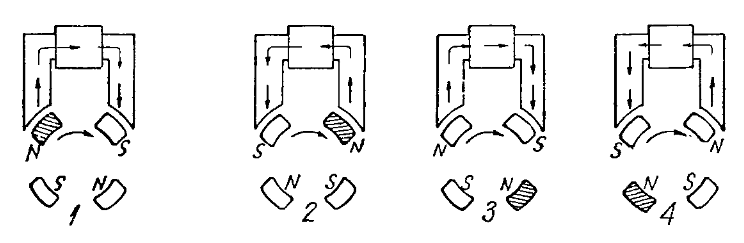
При повороте ротора на 90° в сердечнике магнитные силовые линии пойдут в обратном направлении, так как полюсный башмак *N* подойдет теперь к переднему концу сердечника *2*. Изменение магнитного потока в сердечнике *2* за один оборот ротора представлено на схеме (фиг. 46). Вращение ротора — по часовой стрелке.

I положение. Магнитные силовые линии передаются из постоянного магнита через полюсный башмак ротова *N* и проходят в направлении, указанном стрелкой.

II положение. Полюсный башмак N ротора находится у другого конца сердечника 2, и магнитный силовой поток изменяет свое положение на обратное.

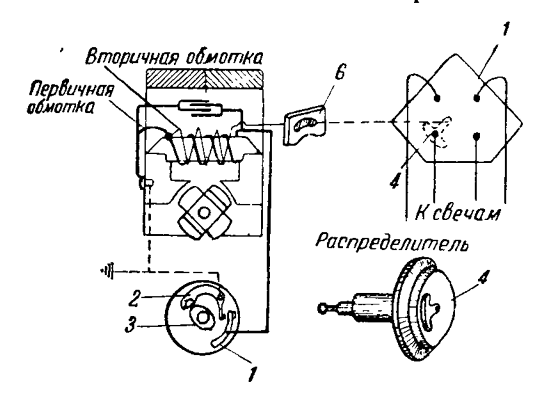
III положение. Аналогично положению первому.

IV положение. Аналогично положению второму.



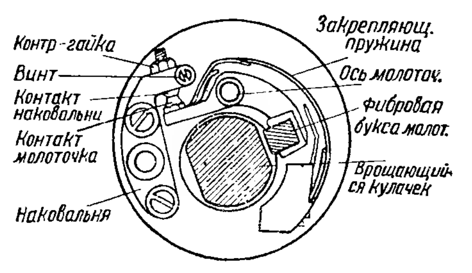
Фиг. 46. Изменение магнитного потока.

Таким образом за один оборот ротора, благодаря наличию на нем 4-полюсных башмаков, мы имеем четыре изменения направления магнитного потока в сердечнике 2, и стало быть неподвижные обмотки четыре раза пересекутся магнитными силовыми линиями.



Фиг. 47. Схема магнето Аэро-Сплитдорф.

Для получения во вторичной обмотке тока высокого напряжения в магнето Аэро-Сплитдорф используется только два пересечения обмоток магнитными силовыми линиями при одинаковом направлении магнитного потока. Это положения — I и III. Как только в этих положениях башмаки N и S отходят от сердечника 2, в первичной обмотке индуктируется максимальный ток, который создает свое собственное магнитное поле, в это время расхождение контактов прерывателя нарушает прохождение тока и магнитное поле, созданное током первичной обмотки, исчезает, индуктируя во вторичной э. д. с. высокого напряжения.



Фиг. 48. Прерыватель магнето Аэро-Сплитдорф.

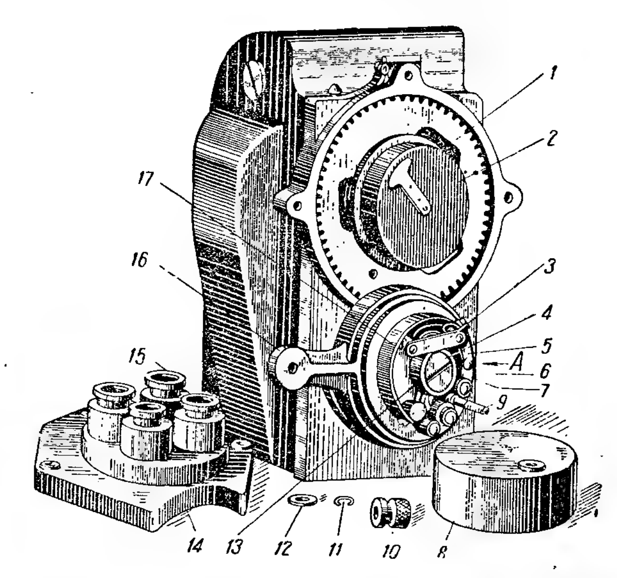
С дугообразного контакта 6 ток высокого напряжения передается угольком на Т-образный контакт, вделанный в эбонитовую прокладку на распределительной шестерне, а отсюда ток поступает на зажимы в крышке распределителя и по проводам к свечам фиг. 47.

Прерыватель в магнето с неподвижными обмотками конструктивно отличается от разобранных нами выше. Диск, на котором

смонтированы контакты, неподвижен, следовательно и сами контакты также неподвижны, а вращается только кулачковая шайба *3*, сидящая на передней полуоси ротора. На фиг. 48 прерыватель изображен отдельно.

Подобные прерыватели называются неподвижными. Они считаются в работе более надежными, так как не подвержены действию центробежной силы и реже приходится проверять и регулировать зазор между контактами.

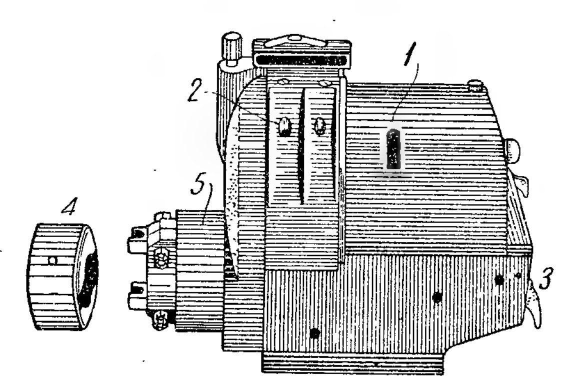
Вид магнето Аэро-Сплитдорф со снятой крышкой распределителя и прерывателя дан на фиг. 49.



Фиг. 49. Общий вид магнето Аэро-Сплитдорф.

Для изменения опережения зажигания служит рычаг *16*, которым поворачивается не только диск прерывателя, но и сердечник с обмотками. Благодаря такому изменению опережения мы всегда имеем разрыв первичной цепи при максимальной силе тока, что также является достоинством магнето с неподвижными обмотками, так как и при раннем и при позднем зажигании мы имеем максимальную э. д. с. во вторичной обмотке.

6. Магнето завода АТЭ (Сцинтилла)



Фиг. 50. Общий вид магнето Сцинтилла.

Магнето завода АТЭ по типу Сцинтилла устанавливается на тракторах СТЗ и ХТЗ. Это магнето, как и Аэро-Сплитдорф, с неподвижными обмотками, но отличается от всех рассмотренных выше тем, что не имеет дугообразных магнитов, расположенных снаружи. Внутри магнето вращается колоколообразный магнит, называемый ротором. Все детали заключены в алюминиевый корпус, хорошо предохраняющий от пыли и сырости.

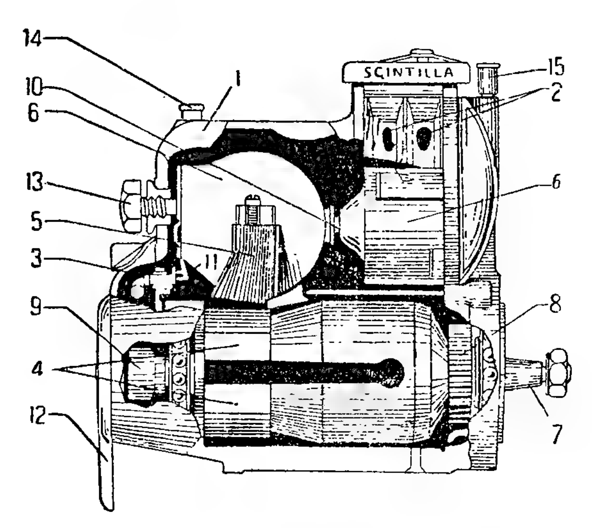
Общий вид 4-цилиндрового магнето завода АТЭ (Сцинтилла) дан на фиг. 50.

1 — алюминиевый корпус магнето, *2* — распределитель высокого напряжения, *3* — рычаг прерывателя, *4* — эластичное сцепление для соединения с ведущим валиком от двигателя, *5* — ускоритель.

В этом магнето распределитель расположен по одну сторону со сцеплением, прерыватель — по другую.

В разрезе магнето представлено на фиг. 51.

1 — корпус магнето, *2* — распределитель высокого напряжения, состоящий из: а) двух бакелитовых частей с отверстиями для проводов (фиг. 51) видна одна часть, а вторая расположена по другую сторону; б) распределительной шестерни, к которой укреплен бакелитовый барабан с двумя латунными узкими полосками, передающими ток высокого напряжения на контакты в крышке распределителя. Распределитель — искрового типа, т. е. ток высокого напряжения передается в распределителе через воздушный промежуток примерно 0,5 *мм*.



Фиг. 51. Разрез магнето Сцинтилла.

Латунные узкие полоски отстоят друг от друга на $^1/_4$ окружности, и, как видно на фиг. 51, одна из них обслуживает левые контакты в распределительной крышке, а другая — правые.

3 — прерыватель тока низкого напряжения. Он относится к типу неподвижных прерывателей. Качается около оси один подвижный контакт его — молоточек.

4 — колоколообразный постоянный магнит, который вращается в шарикоподшипниках.

5 — сердечник из мягкого железа, на котором помещены первичная и вторичная обмотки.

6 — одна полуось выступает наружу и служит для сцепления с ведущим валиком двигателя, на ней сидит шестерня *8*, а другая полуось имеет на конце шайбу с двумя кулачками, которые производят разрыв контактов прерывателя.

10 — угольная щетка, передающая ток высокого напряжения из вторичной обмотки на латунные полоски бакелитового барабана.

11 — пружинящие латунные щетки, передающие ток из первичной обмотки на наковальню прерывателя.

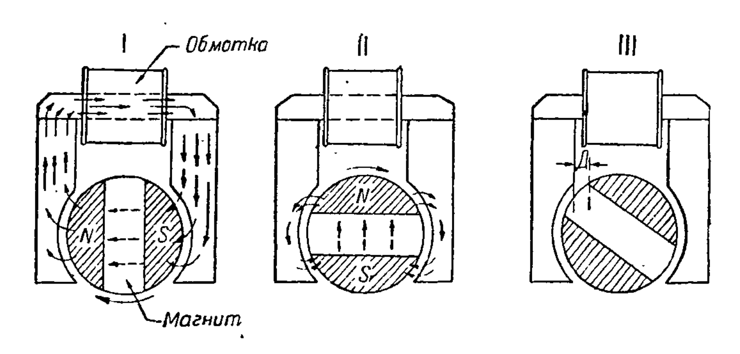
12 — винт посредством провода соединенный с выключателем зажигания.

14 — *15* — масленки.

Неотмеченным из главных деталей остался только один конденсатор, он в магнето Сцинтилла расположен внутри катушки

между первичной и вторичной обмотками. Запрятан так конденсатор, очевидно потому, что очень редко имеет повреждения.

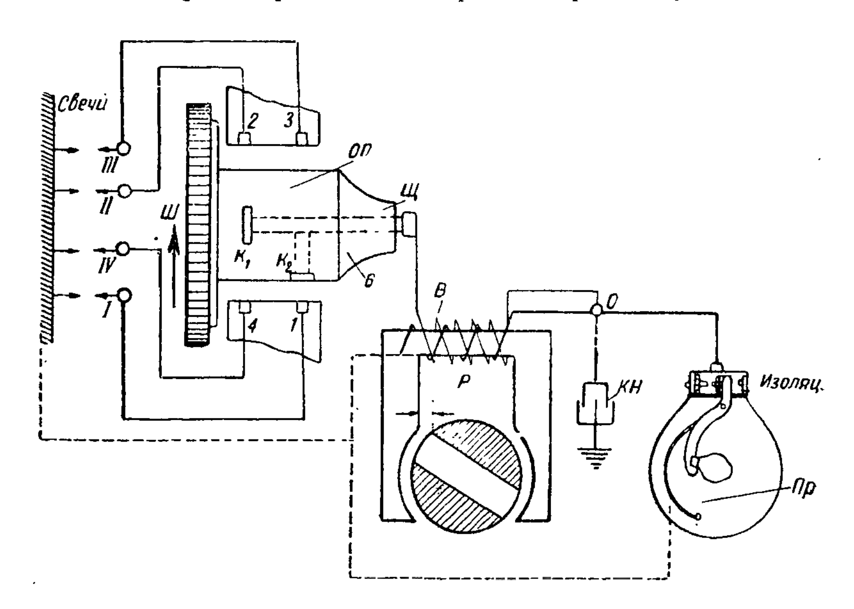
На фиг. 52 дано изменение магнитного потока в сердечнике обмоток за один оборот магнита.



Фиг. 52. Изменение магнитного потока.

Магнитные силовые линии выходят из северного полюса, проходят в направлении, указанном стрелками, по сердечнику, затем входят в южный полюс магнита S.

Постоянный магнит повернулся на угол 90°. Магнитные силовые линии через сердечник теперь не проходят, и магнитный



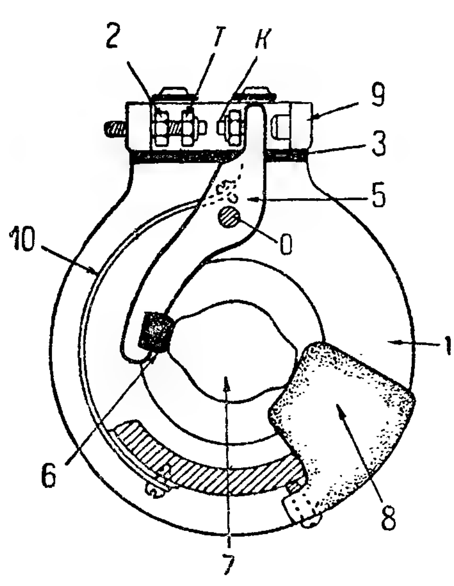
Фиг. 53. Схема электрической проводки в магнето Сцинтилла и завода АТЭ.

поток разветвляется на две части. В этот момент происходит пересечение обмоток магнитными силовыми линиями. Но максимальный ток в первичной обмотке появляется тогда, когда полюс магнита отойдет от сердечника на расстояние в 2—3 *мм*. В этот

момент происходит разрыв первичной цепи, и во вторичной обмотке появится э. д. с. высокого напряжения до 18 тысяч вольт. При позднем зажигании разрыв первичной цепи происходит при больших расстояниях полюса от конца сердечника.

В следующем положении магнитный силовой поток в сердечнике *А* при повороте магнита на 180° изменит свое направление на обратное.

Последнее положение создаст отсутствие магнитных силовых линий в сердечнике *А* так же, как и при положении втором. Снова произойдет пересечение обмоток, и соответствующий разрыв первичной цепи создаст во вторичной обмотке ток высокого напряжения. Затем эти положения будут повторяться вновь и за один оборот магнита *N—S* магнитный поток дважды изменяется по величине и направлению.



Фиг. 54. Прерыватель магнето Сцинтилла и завода АТЭ.

На фиг. 53 дана схема действия магнето завода АТЭ по типу Сцинтилла.

П — первичная толстая обмотка, одним концом соединенная на корпус магнето, другим — с наковальней прерывателя.

В — вторичная тонкая обмотка, в точке *О* соединенная с первичной, а другой конец ее идет на распределитель.

КН — конденсатор.

Щ — щетка, которая передает ток высокого напряжения на две узкие, выступающие наружу, латунные пластинки, соединенные между собой внутри бакелитового барабана *Б*.

Пластинка $К_1$ обслуживает контакты *2* и *4*, а пластинка $К_2$ обслуживает контакты *1* и *3*, расположенные в крышке распределителя. За полный оборот барабана *Б* пластинки $К_1$ и $К_2$ поочередно передадут ток высокого напряжения на контакты *1—2—3—4*. На нашей схеме порядок работы цилиндров двигателя *1—3—4—2*. Искра сейчас должна быть на свече первого цилиндра, так как положение магнита соответствует максимальному току в первичной обмотке, контакты прерывателя разошлись и пластинка $К_2$ как раз против контакта *1*.

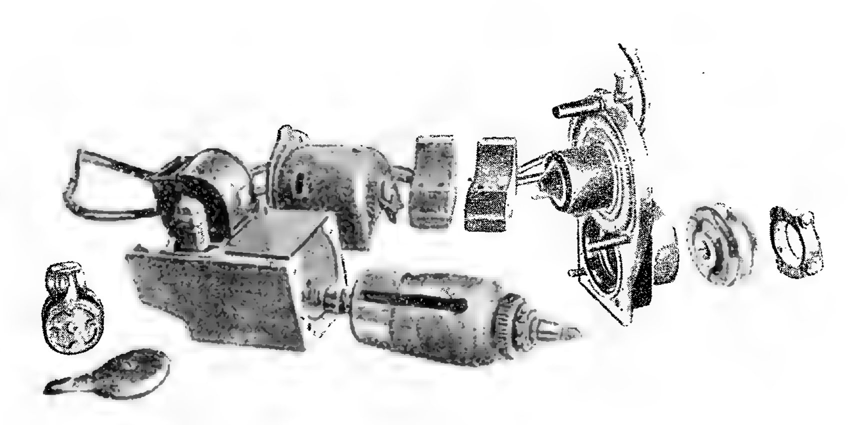
Прерыватель *ПР* состоит из следующих частей (фиг. 54).

1 — бронзовый корпус, на котором укреплена наковальня *2*, изолированная от корпуса прокладкой *3*.

Т — неподвижный контакт; *5* — молоточек, качающийся около оси *О*. На одном конце молоточек имеет контакт *К*, а на другом — фибровый выступ *6*, в который упирается при вращении кулачковая шайба *7*, производя разрыв контактов *К* и *Т*. Нормальный зазор между контактами должен быть 0,3 *мм*.

Для уменьшения трения между фибровой вставкой и кулачковой шайбой последняя смазывается от пропитанной маслом прокладки *8*. Фибровый выступ *9* смягчает удары молоточка, а пружина 10 прижимает молоточек, вполне обеспечивая хорошее замыкание контакта.

Для предохранения вторичной обмотки от повреждения—пробоя изоляции током высокого напряжения — служит предохранитель, который в этом магнето устроен особенно. На распределительной шестерне *Ш* со стороны бакелитового барабана имеются на изоляционной части два углубления, приходящиеся против латунной пластинки $К_1$. В случае, когда произойдут обрыв провода, соскакивание его со свечи или контакты свечи разойдутся настолько,



Фиг. 55. Магнето завода АТЭ в разобранном виде.

что искра не в состоянии будет преодолеть большого сопротивления, тогда она проскочит через два углубления на металлический обод распределительной шестерни, предотвратив тем самым проскакивание ее между витками вторичной обмотки. На фиг. 55 изображено магнето завода АТЭ в разобранном виде.

7. Ускоритель

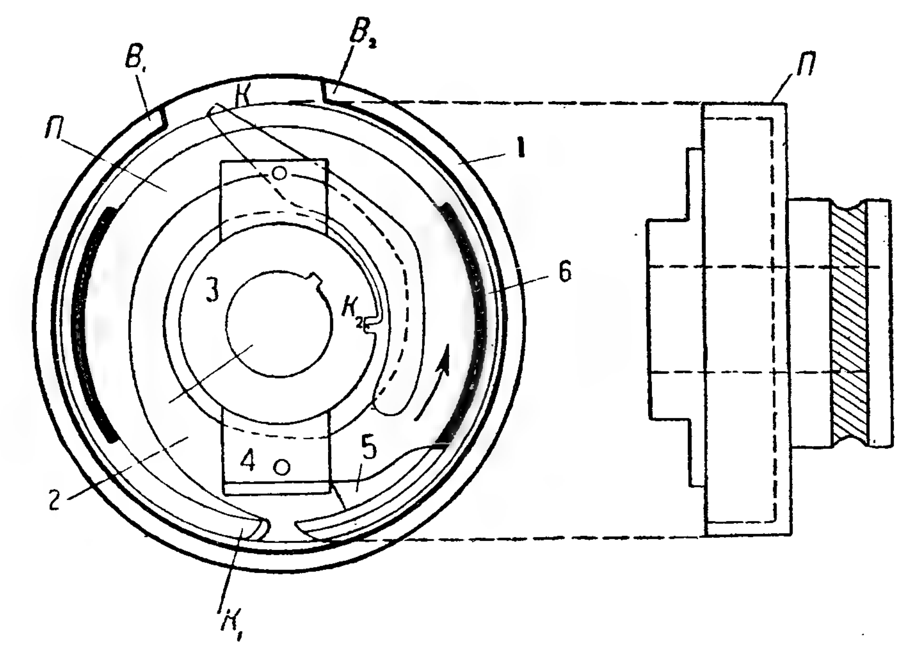
1 — неподвижная часть с двумя выступами $В_1$ и $В_2$, прикрепленная к корпусу магнето (фиг. 56).

2 — подвижная часть ускорителя с отверстием *О*, расточенным на конус для посадки на выступающую полуось ротора.

3 — ведомая часть, жестко укрепленная на конце ротора.

Ведомая и ведущая части соединены между собой ленточной пружиной, один конец которой упирается в $К_1$, а другой — в $К_2$. Ведомая часть имеет две планки *4*, на которых укреплены грузики. На фиг. 56 показан один только грузик. Одна из планок упирается в выступ *5*, что дает некоторую первоначальную натяжку пружины. Ускоритель работает следующим образом: при пуске трактора от руки ведущая часть будет перемещаться в направлении, указанном стрелкой. Пружина потянет за собой сначала и ведомую часть, пока грузик своим концом *К* не упрется в выступ *В*. Затем пружина начнет натягиваться, так как ведущая часть продолжает

двигаться, а ведомая стоит на месте. Наконец выступ *б* дойдет до конца *К*, нажмет на него и освободит натянутую пружину, которая, разворачиваясь, даст сильный толчок ротору, обеспечив во вторичной обмотке появление э. д. с. достаточной для создания искры на электродах свечи. Как только двигатель заработает, грузики под влиянием центробежной силы разойдутся, не будут задевать за выступы, и таким образом ускоритель автоматически из работы выключится.



Фиг. 56. Ускоритель.

8. Установка магнето на двигателе

1. Поршень 1-го цилиндра двигателя ставится в верхнюю мертвую точку в момент сжатия.

2. Метка — черта на распределительной шестерне устанавливается против метки на корпусе магнето. Это достигается поворачиванием ротора магнето в сторону, противоположную его вращению, иначе ускоритель не позволит сделать установку. Эта установка соответствует подаче тока высокого напряжения на сегмент *1*, от которого идет провод на свечу 1-го цилиндра.

3. Контакты прерывателя должны в это время начинать расходиться. Отсутствие расхождения контактов указывает на неправильную сборку магнето. Если имеется рычаг опережения, то последний должен быть установлен на позднее зажигание.

4. При таком положении распределителя и прерывателя следует соединить магнето с ведущим валиком двигателя.

5. Остальные провода высокого напряжения присоединяются к свечам в зависимости от порядка работы цилиндров двигателя.

Следует отметить, что фирма Сцинтилла выпускает магнето

и с автоматическим регулятором опережения, основанным на действии центробежной силы, и заменяющим ручную регулировку. В прорезе колоколообразного магнита, который в этом случае может смещаться вперед или назад в зависимости от изменения скорости вращения, расположены грузики, удерживаемые пружинами. При увеличении скорости вращения грузики несколько расходятся, позволяя при этом вращающемуся магниту сместиться вперед, вместе с ним смещается и кулачковая шайба прерывателя. При уменьшении скорости, благодаря действию автомата, происходит обратное смещение вращающегося магнита и угол опережения уменьшается.

Преимущества автоматической регулировки по сравнению с ручной заключаются в том, что в момент изменения опережения зажигания разрыв первичной цепи происходит всегда при наибольшей силе тока. О недостатках автоматической регулировки мы говорили раньше.

9. Уход за магнето

При уходе за магнето приходится обращать внимание главным образом на подшипники, прерыватель и распределитель.

Шарикоподшипники, в которых вращается якорь, требует различной смазки в разных марках магнето. В этом случае нужно обязательно придерживаться указания завода.

Так например, в магнето Интернационал подшипники смазываются еженедельно при условии непрерывной работы, а в магнето Сцинтилла — через 40 часов работы.

Смазка производится костяным маслом или маслом для швейных машин. При смазке следует избегать переливать масло, которое, попав в прерыватель, может нарушить правильную работу магнето.

Уход за прерывателем сводится к поддержанию в чистоте контактов прерывателя и к сохранению зазора между ними в 0,3 — 0,4 *мм*.

Если между контактами попадает масло, которое является плохим проводником электрического тока, то ток первичной цепи не достигнет необходимой величины. В этом случае контакты нужно промыть бензином и, если они подгорели, зачистить, как об этом говорилось выше. Увеличение зазора больше, чем в 0,4 *мм* между контактами прерывателя, ведет к уменьшению интенсивности искры при работе магнето. Регулировка зазоров ведется контактным винтом, ввернутым в наковальню прерывателя.

Молоточек прерывателя должен легко качаться на своей оси и хорошо прижиматься пружиной, чтобы контакты плотно были прижаты друг к другу. Заедание на оси молоточка влечет неисправную работу магнето, почему его в таком случае нужно снять, ось и втулку зачистить и чуть-чуть смазать костяным маслом. Сломанная пружина молоточка должна быть заменена новой.

Распределитель должен содержаться в чистоте, угольная грязь нарушает момент вспышки в цилиндре двигателя. Если на контакты распределителя попадает масло, то ток высокого напряжения или совсем не будет подаваться на свечи, или искра будет значительно ослаблена. За распределителями искрового типа уход значительно упрощается.

Слабая искра или полное отсутствие ее могут быть вызваны также попаданием масла на контактное кольцо. Масло, как плохой проводник электрического тока, пленкой покрывает кольцо, создавая препятствие для прохождения тока вторичной обмотки. В этом случае нужно кольцо протереть тряпкой, и после проверить магнето, повертывая якорь от руки, и приближая провод к корпусу на 5—6 *мм*.

Неисправная работа магнето может быть вызвана также неправильной сборкой.

На распределительной шестерне магнето Бош имеются метки: *R* — для правого и *L* — для левого вращения. У магнето Сцинтилла на шестерне ротора имеются метки: *D* — для правого и *C* — для левого вращения, а на шестерне распределителя имеется черта.

Отметим еще, что в магнето Эйземан часто неисправно работает ускоритель, это одно из слабых мест этого магнето. Собачки быстро срабатываются и плохо цепляются за выступ, вследствие чего трудно бывает пустить двигатель, а иногда получается при пуске преждевременная вспышка и обратный удар, так как собачка (грузик) соскакивает значительно раньше прихода поршня в верхнюю мертвую точку. В этом отношении ускорители такого типа как на магнето Аэро-Сплитдорф лучше, более надежны в работе и реже поступают в ремонт.

Теперь отметим, как следует проверять магнето, если оно откажет в работе. Сначала производится внешний осмотр отдельных частей, главным образом прерывателя и распределителя. Осматриваются контакты прерывателя — проверяется зазор, чистота контактов, обращается при этом внимание, хорошо ли закреплен центральный винт прерывателя, не сработана ли фибра молоточка, не сработались ли кулачки прерывателя.

Затем осматривается распределитель, и если повреждений не обнаружено, то следует с полной тщательностью и аккуратностью приступить к разборке магнето. При разборке магнето все части легко вынимаются без особых усилий, поэтому применять при разборке грубый инструмент и грубые приемы ни в коем случае нельзя.

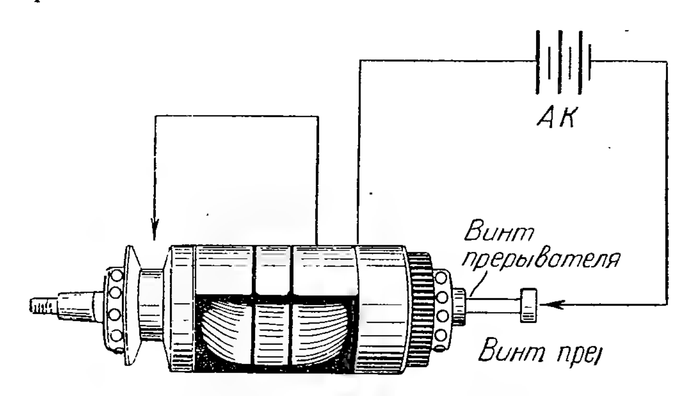
Магнитная дуга в разобранном магнето замыкается железным предметом. Если что либо при разборке мешает, цепляется, следует посмотреть; часто забывают вынуть винт предохранителя, который в некоторых магнето устанавливается против контактного кольца и при выемке якоря отламывают щечки эбонитовой втулки, на которой сидит контактное кольцо, после чего ток высокого напряжения проходит с контактного кольца на корпус якоря, минуя свечи. Либо забывают вынуть щетку, касающуюся контактного кольца.

Теперь следует приступить к проверке исправности обмоток якоря, для чего используют аккумулятор напряжением в 6 вольт и пропускают через первичную обмотку ток, приключая один провод от аккумулятора на корпус якоря, а другой к ввинченному центральному винту от прерывателя (фиг. 57).

Касаясь проводом винта и отнимая его, мы поочередным замыканием и размыканием, будем выполнять роль прерывателя. Про-

волочка, идущая с корпуса якоря на контактное кольцо на расстоянии 4—5 *мм* от него, будет служить разрядником.

По интенсивности и характеру искры можно судить об исправности якоря: если искра тонкая, голубая, проскакивающая с характерным треском — признак полной исправности якоря, искра же красная, проскакивающая на небольшом расстоянии, указывает на неисправность конденсатора или отпайки от него проводов. Отсутствие искры указывает на неисправность обмоток. Перечислить все неисправности нет никакой возможности, да это было бы



Фиг. 57. Проверка якоря магнето.

и нецелесообразно. Нужно знать хорошо устройство магнето и токопрохождение, тогда легко самому установить ту или иную неисправность.

10. Сравнение систем зажигания от батареи и магнето

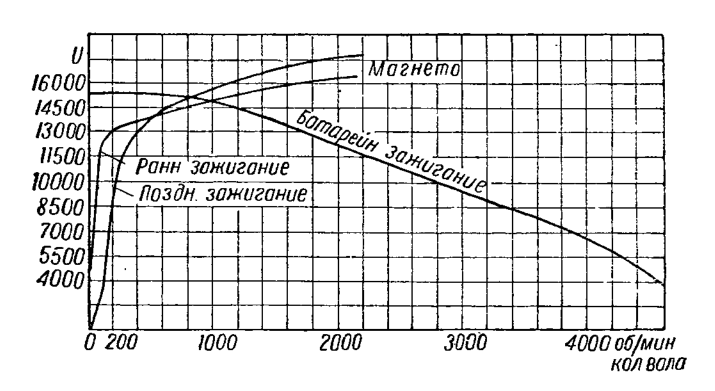
Рассмотренные две системы зажигания позволяют нам иметь суждение о достоинствах и недостатках их, причем одним из основных моментов в оценке, кроме надежности в работе, будет, конечно, вторичное напряжение.

В процессе работы двигателя для зажигания рабочей смеси необходимо высокое напряжение, причем при пуске, когда двигатель холодный, требуется наибольшее напряжение для обеспечения воспламенения рабочей смеси. В этом отношении батарейная система зажигания имеет большее преимущество, давая при пуске и малых оборотах более высокое напряжение, чем в магнето, хотя в последнем и применяются специальные приспособления-ускорители.

С другой стороны, по мере роста оборотов вторичное напряжение в батарейной системе зажигания снижается, а в магнето увеличивается, что ограничивает область применения батарейной системы в быстроходных двигателях, примерно до 3000 об/мин.

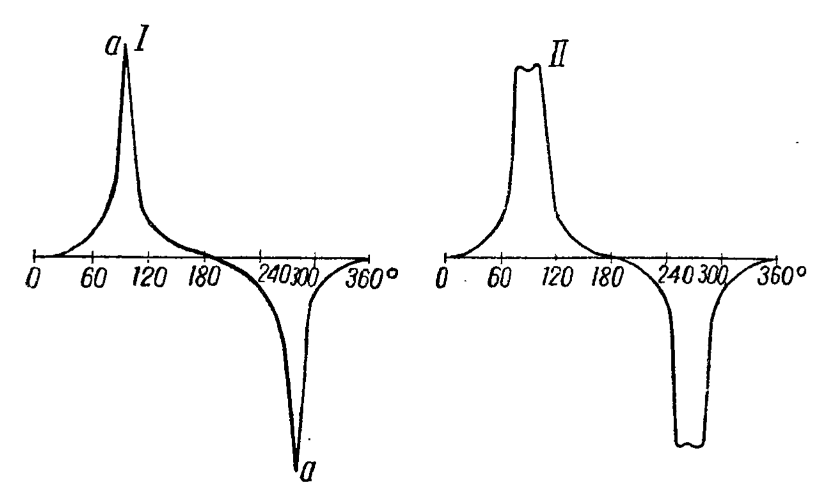
На быстроходных двигателях (3000—8000 об/мин) с успехом применяется зажигание от магнето, хотя в магнето при наибольших оборотах вторичное напряжение также несколько снижается. На фиг. 58 представлена характеристика изменения вторичного напряжения в зависимости от оборотов.

К числу положительных моментов батарейной системы зажигания следует отнести также постоянство напряжений при перестановке момента зажигания. В этой системе первичная обмотка питается, как известно, от постороннего источника. Поэтому перестановка момента зажигания никакого влияния на величину пер-



Фиг. 58. Кривые изменений вторичных напряжений зависимости от оборотов.

вичной силы тока не оказывает, тогда как в магнето мы отмечали, что только при вполне определенном положении якоря в первичной обмотке получается максимальная сила тока. Поэтому разрывы первичной цепи, произведенные в другой момент времени, несов-



Фиг. 59. Кривые электродвижущих сил вторичной обмотки мягнето.

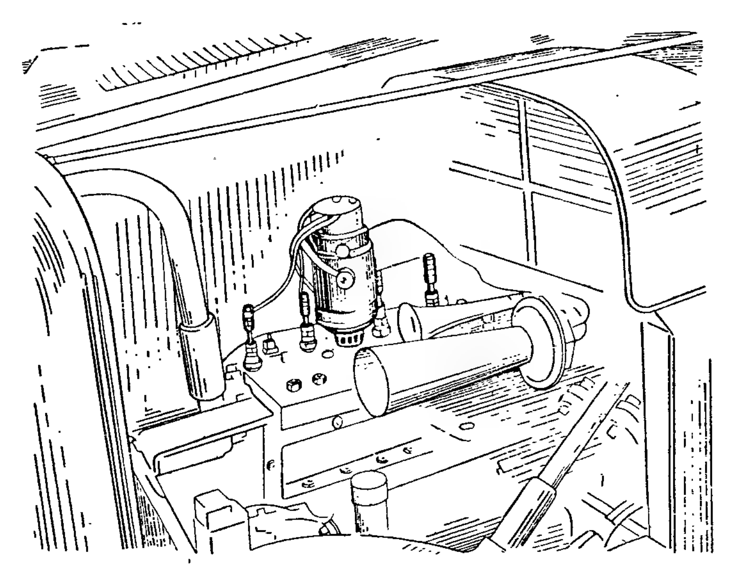
падающие с максимальным значением силы тока, вызывают снижение вторичного напряжения.

Хотя в магнето и применяются в настоящее время специальные автоматические приспособления, регулирующие опережение без снижения вторичного напряжения, все же эти автоматы действуют

только в зависимости от числа оборотов и, конечно, благодаря этому не дают наивыгоднейшего опережения угла в зависимости еще от других факторов (величины открытия дросселя, состава рабочей смеси).

В магнето еще применяются специальные напуски на полюсных наконечниках, благодаря чему максимальное напряжение действует более продолжительное время, позволяя оперировать на этом участке изменением опережения. Правда, максимальное напряжение при напусках по абсолютной величине несколько снижается (фиг. 59).

Магнето Вертекс. За последнее время фирмой Сцинтилла выпущено магнето Вертекс, которое конструктивно отличается от обычных маг-



Фиг. 60. Магнето Вертекс.

нето и по внешнему виду напоминает распределительную колонку батарейного зажигания. Судя по каталогу, магнето снабжено автоматической перестановкой момента зажигания, обеспечивая уже при 30—35 оборотах магнето (в минуту) значительную искру, интенсивность которой не зависит от величины опережения зажигания. На фиг. 60 дан общий вид магнето Вертекс, установленного на моторе.

С экономической точки зрения батарейную систему зажигания выгоднее применять на автомобилях, а магнето на тракторах.

X. ЗАПАЛЬНЫЕ СВЕЧИ

Свеча представляет собой приспособление, в котором между неподвижными электродами проскакивает электрическая искра. Находясь частично в цилиндре двигателя, свеча работает в чрезвычайно тяжелых условиях, подвергаясь переменному действию температуры и давления. Для общей ориентировки приводим некоторые данные четырехтактного двигателя.

Моменты рабочих процессов	Температура в градусах Цельсия	Давление в атмосферах
1. Конец хода всасывания . . .	70	0,90
2. Конец хода сжатия	350	7,00
3. Начало зажигания рабочей смеси (вспышка)	2000	28,00
4. Конец рабочего хода	1400	4,00

Высокие давления, развиваемые в момент взрыва рабочей смеси, резкие колебания температуры — вот те условия, в которых приходится работать свече. Поэтому к ней предъявляются следующие требования.

1. Свеча должна выдерживать высокие температуры и хорошо охлаждаться, не вызывая самовоспламенения смеси.

2. Свеча не должна загрязняться нагаром, и попадающее на нее масло должно сгорать без остатка.

3. Свеча должна обладать хорошей огнеупорной изоляцией.

4. Свеча должна быть газонепроницаемой и механически прочной.

1. Устройство свечей

Свечи бывают разборные и неразборные. Неразборная свеча (фиг. 61) состоит из центрального металлического стержня *А* и изолятора *В*, который плотно обхватывает стержень *А*, причем детали *А* и *В* держатся в корпусе свечи *С*, который имеет на конце нарезку для ввертывания в головку цилиндра. Для лучшей плотности под корпус свечи при ввертывании подкладывается медноазбестовая прокладка, предохраняющая от утечки газовой смеси.

Для той же цели между изолятором *В* и корпусом свечи *С* укладывается мягкая набивка. Конец центрального стержня *Е* является одним электродом свечи, а другой электрод *Д* укрепляется

в корпусе, причем электродов, укрепленных в корпусе, может быть один или несколько в зависимости от назначения свечи. Таким образом электроды *Д* и *Е* хорошо изолированы один от другого.

На фиг. 62.

А — центральный стержень свечи,
Б — изолятор,
С — корпус свечи,
Ш — штуцер (сальник) для укрепления фарфора в корпусе свечи,
В и *Е* — электроды,
К — прокладка.

Фиг. 61. Разрез неразборной свечи.

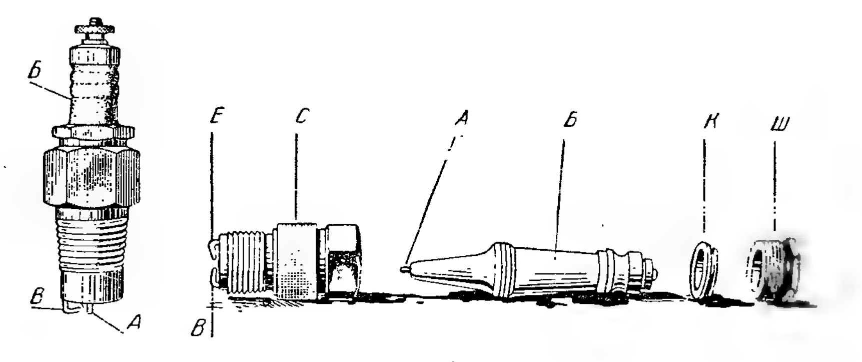
Разборные свечи имеют широкое распространение, так как изолятор и контакты удобно очищать от нагара, и в случае негодности отдельных деталей последние легко заменяются, тогда как неразборную свечу в этом случае приходится заменять целиком.

2. Материал отдельных частей свечи

Изолятор должен выдерживать высокие температуры, и так как через свечу проходит ток высокого напряжения, обладать большим электрическим сопротивлением.

Таким образом к изолятору предъявляются чрезвычайно жесткие требования — механической, термической и электрической прочности, поэтому он и изготовляется из специальных керамических масс.

У нас в СССР для изоляторов применяется тальковая масса 15% пластичной глины и 85 % талька, добываемого в большом



Фиг. 62. Свеча „Чемпион" в общем и разобранном виде.

количестве на Урале. Эта масса обеспечивает изготовление изоляторов хорошего качества. Известная американская фирма Чемпион применяет редкий минерал силлиманит с примесью специальных пород глины. Этот минерал отличается замечательными свойствами, удовлетворяя все требования, предъявляемые к изолятору.

Что касается высоковольтного фарфора, то он, обладая большой электрической прочностью, резко снижает это свойство при на-

греве и вдобавок, в условиях резких температурных перемен, быстро трескается.

Результаты испытаний изоляторов.

Тип массы	Механическая прочность	Термическая устойчивость	Электрическая прочность	
			В холодном состоянии	В нагретом состоянии
1. Фарфор высоковольтный . . .	Средняя	Средняя	Очень хорошая	Слабая
2. Силлиманитовая масса . . .	Хорошая	Очень хорошая	Очень хорошая	Очень хорошая
3. Тальковые массы с большим содержанием талька	Очень хорошая	Хорошая	Хорошая	Очень хорошая

Кроме отмеченных изоляторов применяются еще слюдяные, набранные из отдельных кружков слюды и пропитываемые особым составом льняной олифы. Слюдяной изолятор отличается стойкостью в высоких температурах и обладает большой механической прочностью, почему свечи со слюдяными изоляторами нашли свое применение главным образом в авиационных двигателях, где условия работы вследствие большой степени сжатия более тяжелые, чем в автомобильных и тракторных двигателях.

Материалом для корпуса свечи служит мягкая сталь, причем шестигранник на корпусе с поверхности делается более твердым. Снятие и установку свечи удобнее производить торцевыми ключами, так как пользование простыми гаечными ключами часто приводит к срыву углов грани, а иногда и повреждению изолятора.

Электроды свечи изготовляются из никелевого сплава примерно такого состава: 97% — Ni; 1,5% — Mn; 0,8% — Fe; 0,4% — Cu; 0,3% — Si.

Электроды из такого сплава не окисляются и выдерживают высокие температуры, не обгорая. Необходимо указать на изобретение нашего проф. Сольдау, предложившего применять для электродов железо-алюминиевый сплав и работающего над усовершенствованием свечей отечественного производства. Это даст возможность значительно сократить импорт никелево-марганцевого сплава. Центральный стержень на наших заводах изготовляется из железной проволоки диаметром 4 *мм* и оканчивается запресованным никелевым электродом диаметром в 2 *мм*. Боковые электроды, диаметром в 1,5 *мм*, вставляются в отверстия корпуса свечи и закерниваются. Расстояние между электродами 0,5—0,7 *мм*. Для получения интенсивной искры концы электродов, сидящих в корпусе свечи, фирмой Бош делаются плоскими — сплющенными, чем достигается получение ленточной искры с большой поверхностью для лучшего воспламенения рабочей смеси. Центральный электрод более подвержен термическим воздействиям и имеет обычную цилиндрическую форму.

При наличии двух или трех электродов в корпусе свечи искра

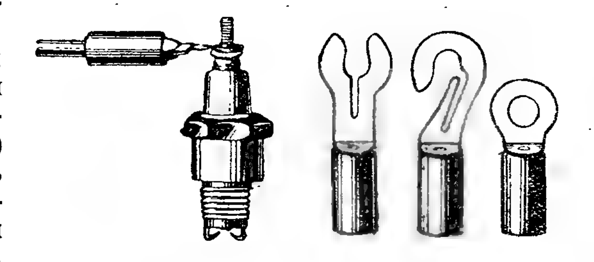
проскакивает там, где меньше сопротивления. Этим облегчается уход за свечой, так как реже приходится проверять расстояние — зазор между электродами, а в случае обгорания одного электрода искра будет проскакивать через другие, не поврежденные.

Размеры винтовой резьбы на свечах бывают следующие: диаметр 18 *мм*, 22 *мм*; длина нарезки 12, 15 и 20 *мм*; шаг нарезки 1,5 *мм*. Средний срок работы свечи считается 700—800 часов. Колоссальная потребность в свечах, до 50 миллионов свечей в год, в основном покрывается отечественным производством на заводе им. Калинина в Ленинграде и специальном заводе в Пензе.

3. Провода

Электрический ток подводится к центральному электроду свечи по проводам, а возвращается обратно к источнику тока через корпус свечи и массу двигателя.

Провода, по которым протекает электрический ток высокого напряжения (до 18 тысяч вольт) к свече, должны иметь хорошую изоляцию, предохраняющую от утечки тока, и должны быть расположены на двигателе так, чтобы была наименьшая возможность их повреждения. Провод высокого напряжения обычно выполняется таким образом: медная жила, представляющая собой сплетение тонких проволок, заключается в толстую резиновую изоляцию, не допускающую утечки тока.



Фиг. 63. Наконечники различной формы.

Изоляция выполняется из чистой вулканизированной резины. Некоторые провода для лучшей защиты от действия высоких температур покрываются оплеткой из прорезиненной ткани. Для предохранения от механических повреждений провода помещают в железные и эбонитовые трубки. Присоединяются провода к свечам с помощью наконечников, создающих надежное соединение. Несколько из таких наконечников представлены на фиг. 63.

4. Выбор свечей и уход за ними

В практике наблюдается небрежное обращение со свечой, несмотря на то что свеча выполняет чрезвычайно ответственную функцию в работе двигателя и частые неисправности в системе зажигания кроются именно в свечах. Не каждая свеча, подходящая по размерам к двигателю, будет работать исправно. Нагрев электродов свечи в процессе работы не должен вызывать, с одной стороны, преждевременных вспышек, что конечно повлечет за собой неисправную работу двигателя (стуки, потеря мощности), и с другой — оседание нагара. Последний должен сгорать без остатка (самоочищение свечи), в противном случае будет происходить утечка тока и интенсивность искры, а вместе с этим и воспламенение сни-

зится. Из этих условий видно, как строго ограничена температура нагрева частей свечи, поэтому к отдельным типам двигателя приходится часто подбирать свечи с соответствующей тепловой характеристикой Фирма Бош делит свечи на несколько групп с краткой характеристикой: свечи для низкой, нормальной, повышенной компрессии с соответствующим числом оборотов двигателя.

Перечислим неисправности, встречающиеся в свечах. Несоблюдение размеров между электродами свечи. При уменьшенном зазоре между электродами ослабевает интенсивность искры, не обеспечивая хорошего воспламенения смеси, электроды при этом обгарают. Кроме того, возможна забивка небольшого зазора нагаром или маслом, нагар является хорошим проводником электричества, масло же, наоборот, изолятором, но как в том, так и в другом случаях зажигание смеси не произойдет, так как искры не будет. Попавшее масло между электродами создает большое затруднение особенно при пуске двигателя. При большом зазоре искры в свечах или совсем не будет, или она будет проскакивать с перебоями.

При регулировке зазора следует отгибать или пригибать электрод на корпусе свечи. Центрального электрода трогать ни в коем случае не следует, так как возможно нарушение плотности между изолятором и центральным стержнем. Иногда приходится при пониженной компрессии в цилиндре двигателя (вследствие, например, подработки поршневых колец) увеличивать зазор между электродами до 1 *мм*, после чего мы наблюдаем более интенсивное зажигание рабочей смеси.

Нагар или копоть, отлагающиеся на поверхности изолятора внутри цилиндра, являются проводниками тока высокого напряжения и способствуют так называемой утечке тока. Вследствие этого искры на электродах свечи совсем не получается или же она бывает весьма слабой. В таком случае следует промыть свечу бензином и удалить щеткой нагар и копоть с изолятора. Соскабливать нагар ножом, наждачной бумагой или чем-либо острым, царапающим поверхность изолятора, не допускается, так как в образовавшиеся царапины копоть будет отлагаться и оседать еще больше, и свеча совсем выйдет из строя. Если свеча разборная, то изолятор в ней заменяется новым.

Для определения наличия нагара применяют следующий способ. Вывертывают свечу и кладут ее на блок. Затем между электродами закладывают непроводник электрического тока, например кусочек слюды, эбонита или сухого картона. При наличии нагара искра проскочет по поверхности изолятора на корпус свечи, издавая характерный треск. Неисправную свечу в начале работы можно определить по ее нагреву. Работающие свечи бывают более теплые, неработающие — холодные. Кроме того, часто практикуется такой способ: берут металлический стержень и касаясь одним концом блока, приближают другой конец к зажиму свечи. Ток высокого напряжения замыкается непосредственно на корпус, минуя свечу. Если цилиндр этой свечи работал исправно, то по звуку будет обнаружено изменение работы, если же работа при этом происходит попрежнему, то значит это и был неработающий цилиндр. Лучше такую проверку проводить на небольших оборотах двига-

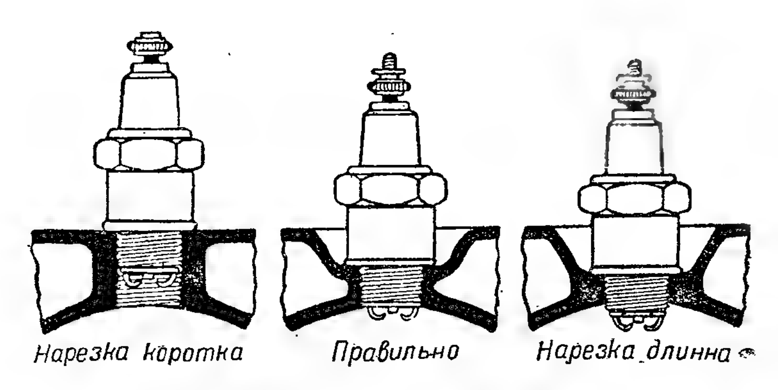
теля. Иногда отсутствие искры на электродах происходит из-за неисправных проводов.

Для того чтобы установить, где неисправность — в свечах или проводах, или в приборах зажигания, следует отсоединить провод от свечи и держать его на расстоянии 2—3 *мм* от зажима или корпуса двигателя и следить за проскакиванием искры.

Если искра есть, следует искать причину неисправности в свече; в том случае, когда искры нет, следует искать причину в проводах (нарушение целости изоляции, обрыв в проводе) или в приборах зажигания.

Часто для проверки вывернутую свечу из цилиндра кладут на двигатель и, проворачивая пусковую рукоятку, следят за проскакиванием искры между электродами.

Но не всегда это дает правильное представление о работе свечи, ибо искра между электродами свечи может легко проскочить при



Фиг. 64. Положение свечи в цилиндре двигателя.

атмосферном давлении, но при давлении внутри цилиндра в 6—7 атмосфер искры может и не быть.

При замене свечей следует обращать внимание на размеры их — диаметр и длину нарезки. Свеча должна быть расположена так, чтобы в камеру сгорания выступали только одни электроды.

Если свеча своей нарезкой выступает в камеру сгорания, то, сильно нагреваясь, создает преждевременные вспышки; при короткой же нарезке электроды не будут выступать в камеру, и отработанные газы, скапливаясь в гнезде, будут загрязнять свечу. Правильная работа и в этом случае нарушается (фиг. 64).

При ввертывании свечи всегда следует подкладывать медно-азбестовую прокладку, иначе газы будут прорываться наружу через неплотности, перегревая свечу и способствуя потере компрессии.

При обследовании машинотракторных станций Поволожья и Северного Кавказа специальной комиссией в 1930—1931 гг. были выявлены следующие грубые нарушения правил обращения со свечами:

1. Завинчивание и вывинчивание свечи на ходу трактора, в результате чего срывается резьба на корпусе свечи, отламываются электроды и разрушается изолятор.

2. Завинчивание свечи путем зажима ключом не корпуса свечи,

а грани у штуцера (сальника), что ведет к разрушению изолятора.

3. Применение вместо ключей молотка и зубила, что неминуемо ведет к поломке изолятора.

4. Небрежное хранение свечей вместе с инструментами.

5. Очистка изолятора от нагара острым инструментом, от чего разрушается изолятор.

6. Разогрев свечи перед пуском двигателя паяльной лампой, что часто ведет к разрушению изолятора (данные из книги инж. Колюн).

5. Неисправности в проводах высокого напряжения

Неисправности в проводах часто являются причиной плохой работы двигателя. Прежде всего напомним, что провода, соединяющие свечу с приборами зажигания, должны иметь хорошую изоляцию. Обыкновенные провода для освещения здесь не годятся, так как их изоляция недостаточна для высокого напряжения в 15—18 тысяч вольт. Провода свечей хотя и имеют толстую изоляцию, все же они подвержены повреждениям, особенно когда к ним небрежно относятся.

Керосин и бензин разъедают резиновую изоляцию. Высокая температура также разрушает изоляцию: появляются трещины, через которые происходит утечка тока высокого напряжения. Из неисправностей проводов отметим еще обрыв провода и замыкание между отдельными проводами. Для защиты от механических повреждений провода помещают в железные трубки.

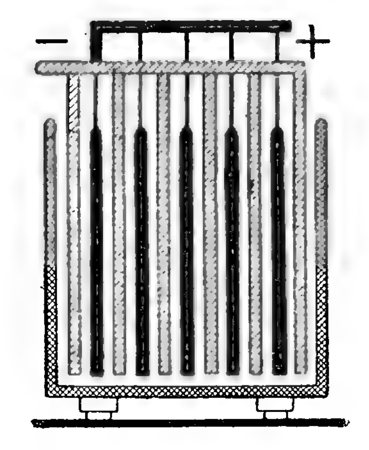
XI. АКУММУЛЯТОРЫ

Мы уже отмечали, что электрические аккумуляторы, как источники энергии, занимают видное место в системе электрооборудования автомашин.

Аккумуляторами называются такие элементы, которые при пропускании через них тока во время заряда запасают химическую энергию.

При включении аккумулятора на потребителя, запасенная энергия будет превращаться в электрическую и этот процесс носит название — разряда аккумулятора.

Наибольшее применение имеют свинцовые аккумуляторы, которые будут ниже рассмотрены.



Фиг. 65. Размещение пластин в аккумуляторе.

Аккумулятор состоит из свинцовых пластин, помещенных в раствор серной кислоты определенной крепости (фиг. 65).

Так называемые положительные пластины содержат в себе перекись свинца (Pb_2O_5), имеют темнокоричневый цвет; отрицательные пластины содержат пористый (губчатый) свинец (Pb) и имеют серую окраску.

Сосуды, в которых заключены пластины с раствором серной кислоты, называемым электролитом, должны быть кислотоупорны, поэтому часто применяются эбонитовые сосуды.

Для получения компактного аккумулятора расстояние между положительными и отрицательными пластинами делается небольшим, и чтобы пластины легко не замыкались внутри сосуда, их отделяют друг от друга прокладками из тонкого дырчатого эбонита или из фанеры специально обработанной.

Теория химических процессов в аккумуляторах разработана за последнее время в достаточной степени и согласно этой теории реакция протекает следующим образом:

1-я фаза. На положительной пластине перекись свинца (Pb_2O_5) переходит в двуокись (PbO_2) под действием водородных ионов.

$$Pb_2O_5 + H_2 = 2\,PbO_2 + H_2O.$$

На отрицательной пластине металлический свинец (Pb_2) переходит в недоокисную соль серной кислоты (Pb_2SO_4) под действием отрицательных ионов радикала SO_4.

$$Pb_2 + SO_4 = Pb_2SO_4.$$

Полное уравнение химической реакции во время первой фазы разряда будет: $Pb_2O_5 + H_2SO_4 + Pb_2 = 2PbO_2 + H_2O + Pb_2SO_4$.

2-я фаза. Во второй фазе разряда при наличии содержания в большем количестве, по сравнению с губчатым свинцом, перекиси свинца, последний будет продолжать переходить в двуокись, а на отрицательной пластине недоокисная соль серной кислоты будет переходить в окисную, т. е. в сернокислый свинец.

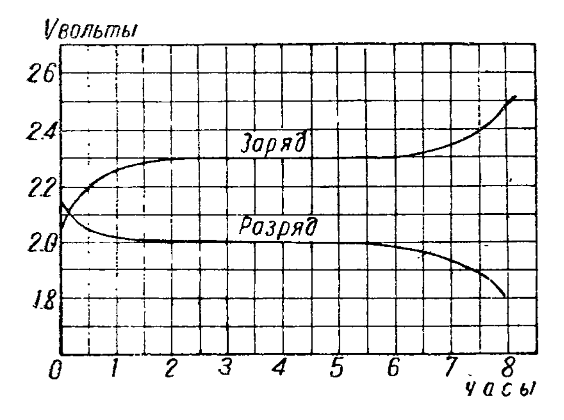
С другой стороны, при наличии содержания в большем количестве губчатого свинца, во второй фазе разряда происходит образование сернистых соединений на аноде.

$$2PbO_2 + 3H_2 + H_2SO_4 = Pb_2SO_4 + 4H_2O,$$

а в дальнейшем возможно образование сернокислого свинца

$$PbO_2 + H_2 + H_2SO_4 = PbSO_4 + 2H_2O.$$

Концентрация серной кислоты при разряде уменьшается, так как серная кислота участвует в образовании солей с выделением воды, переходящей в раствор.



Фиг. 66. Кривые заряда, разряда аккумулятора.

Образование сернокислого свинца (налет белого цвета) является моментом весьма нежелательным, так как сопротивление аккумулятора при этом значительно возрастает и напряжение на его зажимах быстро падает. Последующая зарядка аккумулятора, благодаря возросшему сопротивлению в сильной степени затруднится, поэтому для нормальной работы аккумулятора нельзя доводить его до такой степени разряда, а стремиться вести разряд в пределах первой фазы, при этом напряжение аккумулятора изменяется от 2,2 вольта до 1,85 вольта.

Дальнейший разряд, как мы видим, вызывает наличие таких химических реакций, которые вредно отзываются на аккумуляторе, поэтому с напряжения 1,85 вольта (одной банки аккумулятора) следует производить уже заряд аккумулятора. Во время заряда к положительной пластинке направляются отрицательные ионы радикала SO_4, а к отрицательной — положительные водородные ионы (при разряде было наоборот). При этом будет происходить следующая реакция:

$$2PbO_2 + SO_4 + H_2O = Pb_2O_5 + H_2SO_4,$$

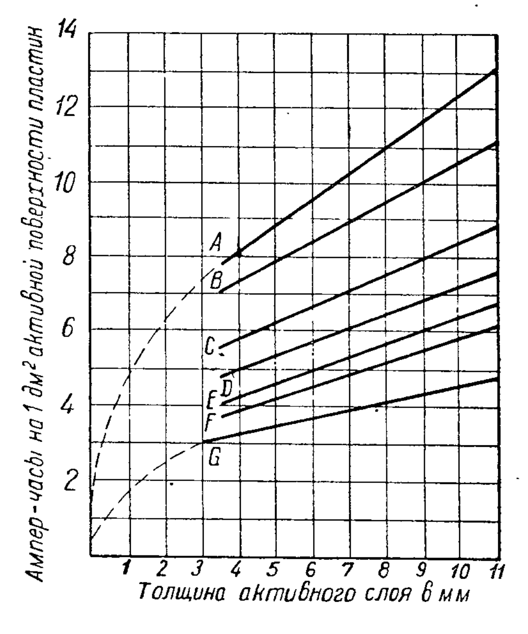
т. е. на положительной пластине двуокись свинца переходит в перекись, а на отрицательной будет восстанавливаться свинец.

$$Pb_2SO_4 + H_2 = Pb_2 + H_2SO_4.$$

Полное уравнение химической реакции во время заряда будет:

$$2PbO_2 + H_2O + Pb_2SO_4 = Pb_2O_5 + H_2SO_4 + Pb_2.$$

Заряд должен продолжаться до тех пор, пока напряжение на зажимах одной банки не повысится примерно до 2,7 вольта, причем ток заряда имеет направление обратное по сравнению с током разряда, т. е. при заряде мы должны плюс аккумулятора соединять с плюс зажимом источника, а минус с минусом. Кривые напряжения свинцового аккумулятора при заряде и разряде представлены на фиг. 66.



Фиг. 67. Изменение емкости в зависимости от толщины активной массы.

Коэфициентом полезного действия аккумулятора называется отношение энергии, полученной при разряде, к энергии, затраченной на заряд, т. е. $\eta = \frac{W \text{ разряда}}{W \text{ заряда}}$. Коэфициент полезного действия свинцовых аккумуляторов колеблется в пределах 0,75—0,84 в зависимости от величины разрядного и зарядного тока, причем с увеличением силы зарядного и разрядного тока снижается коэфициент полезного действия.

Если желают получить аккумулятор большего напряжения в 6—12 вольт, то соединяют отдельные банки последовательно, если одна банка дает в среднем 2 вольта, то аккумулятор, например, в 6 вольт должен иметь три банки.

Для нас важной величиной, кроме напряжения, является еще так называемая емкость аккумулятора, под которой понимается количество электричества, отданное аккумулятором в течение разряда (до следующей зарядки). Емкость выражается в ампер-часах, т. е. произведением разрядного тока в амперах на число часов разряда (Ah).

$$Q = I \cdot t.$$

Установим теперь от чего зависит емкость.

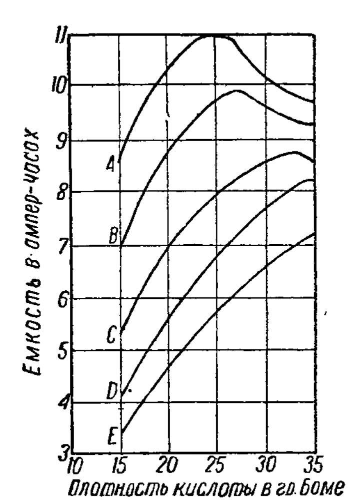
Толщина активной массы пластин аккумулятора сказывается на увеличении емкости, но зависимость здесь не строго пропор-

циональна. На фиг. 67 представлена графически эта зависимость при разных разрядных токах.

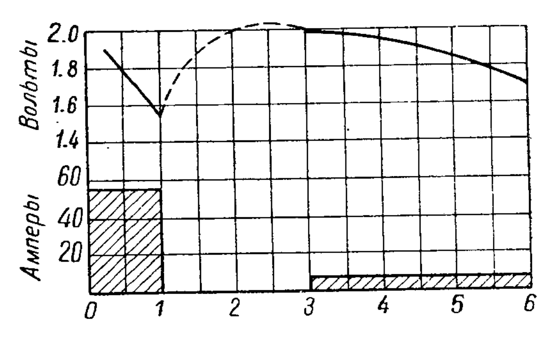
Мы видим, что емкость изменяется тем резче, чем меньше разрядный ток, приходящийся на 1 кв. дм. поверхности пластин. Поэтому-то в аккумуляторах большой емкости, применяемых в автомобильной практике, где требуются большие разрядные токи (при пользовании стратером), применяются пластины небольшой толщины, но большого числа для увеличения поверхности.

С другой стороны, чем больше разрядный ток, приходящийся на 1 кв. дм., тем меньше емкость.

Большое влияние на емкость аккумулятора оказывает плотность электролита,



Фиг. 68. Кривые изменения емкости в зависимости от концентрации кислоты и тока разряда.



Фиг. 69. Разряд аккумулятора после отдыха.

причем емкость с увеличением плотности растет до известного предела, а затем начинает убывать. Исследованиями установлено, что при больших разрядных токах наибольшая емкость оказывается при электролитах удельного веса 1,32; при малых же разрядных токах — 1,2.

Если мы и наблюдаем в практике применение меньших плотностей, то это делается исключительно для уменьшения саморазряда аккумулятора.

На фиг. 68 и 69 даны кривые изменения емкости в зависимости от плотности раствора и величины разрядного тока.

В табл. 1 приведены данные испытания емкости аккумулятора при разных температурах.

Таблица 1

№ опытов	Температура электролита при разряде в градусах С	Отданная при разряде емкость	
		а — г	%
1	— 6,0	140,8	40
2	— 0,8	183	52
3	+ 25	377	108
4	+ 35	334,5	110
5	+ 50	416	119

Отсюда мы должны понять, почему именно практикуют зимой увеличение зарядного тока аккумулятора, а заводы указывают емкость аккумулятора при определенной температуре.

Таблица 2

Данные о растворе серной кислоты

%	Удельный вес	Градусы по Боме	Точка замерзания	Точка кипения	Проводимость
10	1,069	9,2	—5	102	0,3915
15	1,107	13,9	—8	103,5	0,5432
20	1,147	18,5	—12	105	0,6527
25	1,184	22,5	—25	106,5	0,7171
30	1,224	26,4	—46	108	0,7388
35	1,265	30,2	—	110	0,7243
40	1,307	33,9	—	114	0,6800
50	1,399	41,1	—	124	0,5405
60	1,503	48,3	—	141,5	0,3727

Таблица 3

Данные о состоянии аккумулятора

Удельный вес	Напряжение при разомкнутой цепи в вольтах	Состояние аккумулятора	Точка замерзания
1,28 до 1,300	2,15 до 2,2	Полный заряд	—68
1,260	2,1	Три четверти заряда	—51
1,215	2,0	Половина заряда	—29
1,180	1,9	Четверть заряда	—18
1,150 или ниже	1,8 или ниже	Полный разряд	— 6,6

1. Уход за аккумулятором

Аккумулятор служит продолжительное время только при условии правильного ухода за ним, который в основном сводится к следующему:

1) аккумулятор следует содержать в чистоте,
2) периодически проверять количество электролита,
3) проверять степень зарядки.

Аккумулятор непроизводительно разряжается, если на поверхности его окажется раствор, который образует токопроводящий слой. На поверхности аккумулятора раствор может попасть при доливке его в банки, или путем выплескивания через неплотно закрытые пробки. Тогда нужно поверхность протереть тряпкой, смоченной в растворе нашатыря.

Раствор серной кислоты, залитый в банки, должен перекрывать пластины примерно на 1 *см*. Поэтому время от времени приходится доливать дестиллированной воды. Пластины, частично оказавшиеся не в растворе, будут подвержены короблению, а последнее вызывает выпадение активной массы из ячеек пластин на дно сосуда и современем происходит короткое замыкание между ними.

Степень зарядки проверяется или вольтметром или лучше всего по качеству раствора ареометром в градусах Боме или в показаниях удельного веса, причем плотность раствора указывается заводами и этого следует строго придерживаться (фиг. 69а).

Проверять раствор сейчас же после доливки не следует, так как вода не успеет еще хорошо смешаться с кислотой.

Сила тока, равная при заряде 5—6 амперам, зимой должна повышаться, вследствие понижения в холодное время года емкости батареи. При частых недозарядках аккумулятора сернокислый свинец в виде кристаллов осаждается на пластинах, в таком случае говорят пластины сульфатируются; процесс сульфации пластин, как мы уже отмечали, является чрезвычайно нежелательным: заряд затрудняется, напряжение сульфатированного аккумулятора снижается, емкость уменьшается. С этим моментом связано и дальнейшее заболевание аккумулятора — активная масса пластин вываливается и пластины разрушаются.

Чаще сульфация пластин получается:

1. Когда аккумулятор долгое время остается в разряженном состоянии.

2. Когда берут от аккумулятора, емкость более гарантированной заводами, т. е. производят глубокие разряды.

Электрические данные стартерных аккумуляторных батарей автомобильного типа

№ по порядку	Наименование типа	Емкость в ампер-часах при 20-часовом режиме	Средняя сила зарядного тока в амперах	Напряжение в вольтах	Длина в *мм*	Ширина в *мм*	Высота в *мм*: 1) ящика, 2) то же с зажимами	Количество серной кислоты уд. веса 1,12 (16 Б) на 1 эл. в литрах	Вес с кислотой в *кг*	20-часовой режим: Сила разрядн. тока в амперах	20-часовой режим: Емкость в ампер-часах
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3-СТ 16/IV . . .	64	4	6	212	182	205/220	0,48	16,0	3,2	64
2	6-СТ 16/IV . . .	64	4	12	378	192	205/220	0,48	34,0	3,2	64
3	3-СТ 16/V . . .	80	5	6	226	185	205/220	0,60	19,3	4,0	80
4	6-СТ 16/V . . .	80	5	12	408	197	205/220	0,60	38,3	4,0	80
5	6-СТ 16/VI . . .	96	6	12	500	195	205/235	0,70	45,5	4,8	96
6	3-СТ 16/VII . . .	112	7	6	288	188	205/235	0,85	26,3	6,6	112
7	6-СТ 16/VII . . .	112	7	12	583	195	205/240	0,85	52,4	6,6	112
8	6-СТ 16/VIII . .	128	8	12	648	195	205/240	1,00	61,0	6,4	128
9	3-СТ 16/IX . . .	144	9	6	408	195	205/240	1,15	34,1	7,2	144
10	6-СТ 16/IX . . .	144	9	12	764	195	205/240	1,15	68,6	7,2	144

3. От применения слишком крепкого раствора.

Если аккумулятор снимается с автомобиля и долго хранится, то его необходимо время от времени подзаряжать, так как в нем происходят саморазряды, благодаря несовершенной изоляции, примесям в свинце и кислоте.

Существует несколько способов для удаления сернокислого свинца.

2. Заряд в слабой кислоте

Освобождают аккумулятор от его нормального раствора и заливают слабым в 3—5° Боме, производя зарядку в пределах от 0,25 до 0,5 максимального зарядного тока. Заряд продолжается до тех пор, пока плотность раствора не перестанет увеличиваться. Когда пластины приобретут более или менее нормальную окраску, аккумулятор заливается прежним раствором.

3. Перезаряд слабым током

Сначала аккумулятор заряжают нормальным током. При появлении газообразования его выключают минут на 15—20. Дальнейший заряд производится уже током примерно в 0,1 нормального и при десульфатировании будет происходить бурное выделение газа на обоих электродах, изменение плотности электролита при этом должно прекратится. Такой прием длится несколько дней.

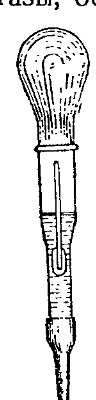
В пробках аккумулятора имеются очень маленькие отверстия, за которыми также необходимо следить, и в случае забивки грязью —

Таблица 4

при 30° С

Емкость в ампер-часах в зависимости от силы разрядного тока в амперах, при температуре 30°С и концентрации электролита 30° Боме									
10-часовой режим		3-часовой режим		1-часовой режим		½-часовой режим		5-минутный режим	
Сила разрядн. тока в амперах	Емкость в ампер-часах	Сила разрядн. тока в амперах	Емкость в ампер-часах	Сила разрядн. тока в амперах	Емкость в ампер-часах	Сила разрядн. тока в ампер-часах	Емкость в ампер-часах	Сила разрядн. тока в амперах	Емкость в ампер-часах
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
5,8	58	14,4	43,2	31,5	31,5	54,0	27,0	160	13,0
5,8	58	14,4	43,2	31,5	31,5	54,0	27,0	160	13,0
7,25	72,5	18,0	54,0	39,5	39,5	67,0	33,5	200	16,5
7,25	72,5	18,0	54,0	39,5	39,5	67,0	33,5	200	16,5
8,7	87	21,6	64,8	47,4	47,4	80,0	40,0	240	20,0
10,1	101	25,2	75,6	55,3	55,3	93,0	46,5	280	23,0
10,1	101	25,2	75,6	55,3	55,3	93,0	46,5	280	23,0
11,8	118	28,8	86,4	63,2	63,2	106	53,0	320	26,5
13,1	131	32,3	96,9	71,0	71,0	119	59,5	360	30,0
13,1	131	32,3	96,9	71,0	71,0	119	59,5	360	30,0

прочищать, иначе через эти отверстия не будут проходить наружу газы, образующиеся внутри аккумулятора.


Фиг. 69а. Ареометр Бомэ.

При составлении раствора следует не забывать одно важное условие: лить только кислоту в воду, а не наоборот. Если наливать воду в кислоту, произойдет быстрое нагревание и разбрызгивание кислоты, что может вызвать ожоги.

Для состава электролита должна применяться вода дестиллированная или, в крайнем случае, дождевая. Составляемый раствор перемешивается стеклянной палочкой и проверяется ареометром.

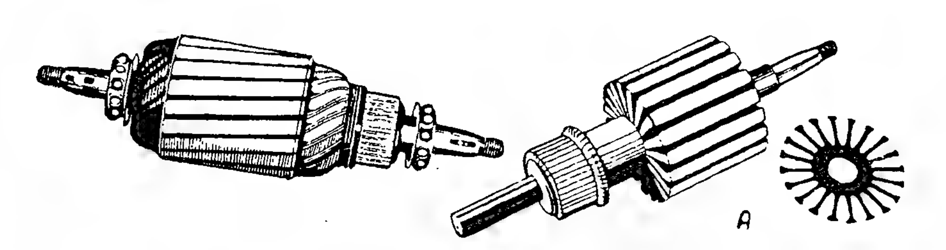
Через 4—5 месяцев работы аккумулятора его следует промывать, освобождая от грязи и выпавшей массы, собирающихся на дне сосудов аккумулятора, которые могут вызвать короткое замыкание между пластинами.

Аккумуляторы на автомобилях устанавливаются в местах, наименее подверженных тряске, вредно отражающейся на целости пластин, с другой стороны — к аккумуляторам должен быть легкий доступ для осмотра.

Аккумуляторы прочно закрепляются на автомобиле с помощью накладок и болтов.

XII. ДИНАМОМАШИНА АВТОМОБИЛЯ

Все машины, вырабатывающие электрическую энергию, действуют на принципе электромагнитной индукции, открытой Фарадеем (1831 г.), который после многочисленных опытов установил, что при пересечении магнитными силовыми линиями проводника, которое может быть осуществлено либо перемещением магнитного поля, либо проводника, в последнем будет индуктироваться э. д. с.



Фиг. 70. Якорь (динамо-машины).

Рассматриваемая шунтовая 2-полюсная машина мощностью 80 W состоит из двух основных частей:

1) электромагнитов, создающих основное магнитное поле;

2) якоря, в обмотках которого при вращении появляется индуктированная э. д. с. (фиг. 70), величина которой равна:

$$E = \frac{p}{a} N \cdot \Phi \cdot \frac{n}{60} \cdot 10^{-8} \text{ вольт};$$

где p — число пар полюсов, a — число пар параллельных ветвей обмотки якоря; у рассматриваемой машины $p = 1$ и $a = 1$, поэтому $\frac{p}{a} = 1$;

N — число проводников обмотки якоря,
Φ — магнитный поток, выходящий из одного полюса,
n — число оборотов якоря в минуту.

Обозначая все постоянные величины через K получим:

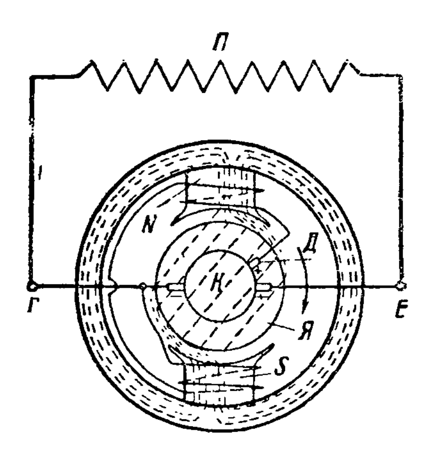
$$E = K\Phi n.$$

1. Регулирование напряжения и силы тока в динамомашине ГАЗ

Рассматриваемая динамомашина приводится в движение от коленчатого вала двигателя с помощью общего ремня, перекинутого через шкивки динамо и вентилятора. Вырабатываемая динамомашиной электрическая энергия расходуется:

1) на зажигание рабочей смеси;
2) на зарядку аккумулятора;
3) на освещение.

Нормальная работа приемников электрической энергии требует постоянства напряжения, на которое в сильной степени



Фиг. 71. Схема 3-щеточной динамо.

Фиг. 72. Основное магнитное поле.

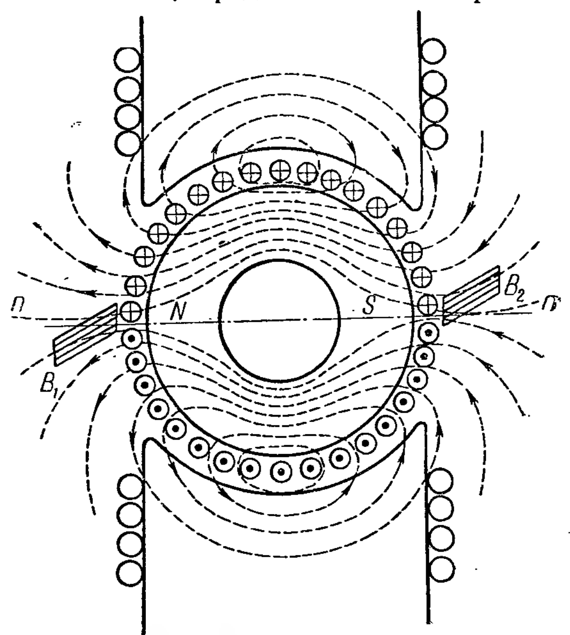
влияет число оборотов двигателя, колеблющееся в автомобилях и тракторах в широких пределах. Из формулы $E = K\Phi n$ видно, что э. д. с. машины зависит от числа оборотов якоря (n), поэтому при изменении числа оборотов двигателя напряжение на зажимах динамомашины также изменяется. Непостоянство напряжения вредно отражается на приемниках тока, так как увеличение напряжения выше определенного предела влечет за собой порчу аккумулятора и перегорание лампочек. С другой стороны, недостаточное напряжение сопряжено с разрядкой аккумулятора и недокалом лампочек.

Регулирование напряжения рассматриваемой динамо производится исключительно аккумуляторной батарей. Назначение дополнительной третьей щетки сводится к ограничению силы зарядного тока. Помимо магнитного поля обмоток возбуждения, вокруг обмотки якоря создается магнитное поле якоря. Взаимодействие обоих магнитных полей носит название реакции якоря. Схема динамомашины с дополнительной щеткой изображена на фиг. 71.

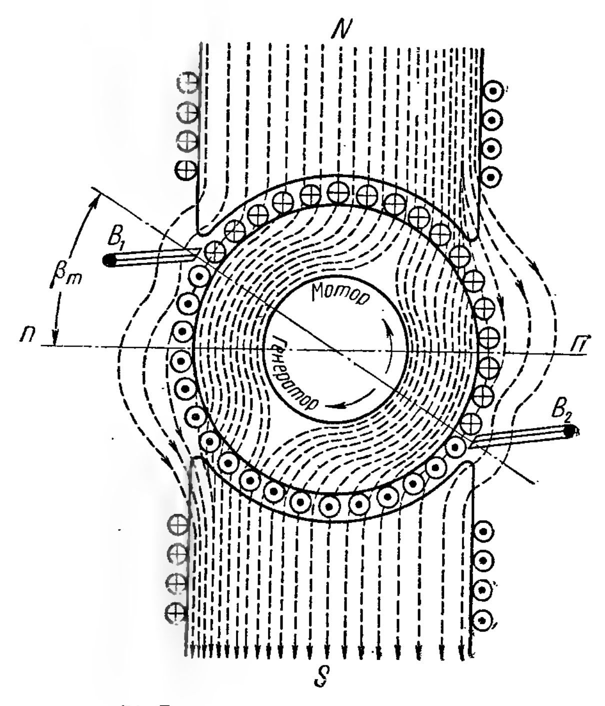
Обмотка возбуждения одним концом приключается к главной щетке *Г*, другим к дополнительной *Д*. Сущность реакции якоря

состоит в следующем: когда машина не нагружена, то практически считают, что через якорь электрический ток не протекает и тогда основное магнитное поле имеет вид, представленный на фиг. 72.

Когда машина загружается, через обмотки якоря начинает протекать электрический ток и вокруг проводников образуется круговой магнитный поток, направление которого показано стрелками на фиг. 73. Этот магнитный поток будет влиять на основное магнитное поле таким образом, что в верхнем правом углу фигуры и в нижнем левом — у полюсов будет более густое поле, а в левом верхнем углу и в нижнем правом, наоборот, ослабление поля. В результате взаимодействия двух полей получается смещение основного магнитного поля в сторону вращения якоря, как показано на фиг. 74, т. е. в действительности мы имеем не два самостоятельных поля, а одно результирующее, так как во всякой точке пространства между полюсами напряженности обоих полей сложатся по правилу параллелограмма.



Фиг. 73. Поле якоря.



Фиг. 74. Результирующее магнитное поле.

При работе динамомашины обмотки возбуждения будут питаться током якоря со щеток: дополнительной *Д* и главной *Г* (фиг. 71). Напряжение на этих щетках будет зависеть не только от числа оборотов машины, но и от реакции якоря.

При смещении основного магнитного поля в обмотки возбуждения будет поступать более слабый ток, так как число магнитных силовых линий, пересекаемых обмотками якоря, между дополнительной и главной щетками значительно уменьшится.

Раз при реакции якоря напряжение между щетками, от которых обмотки возбуждения получают питание, уменьшается, то стало быть будет уменьшаться сила тока возбуждения. Когда динамомашине от двигателя сообщается большое число оборотов, ее напряжение на зажимах растет, превышая установленную норму 6 вольт. Тогда динамомашина загружается зарядом аккумулятора и через якорь протекает ток достаточной силы для создания реакции якоря. Реакция якоря вызовет смещение магнитного поля, в обмотки магнитов будет поступать меньший ток возбуждения, благодаря чему основное магнитное поле уменьшится, — что вызовет уменьшение напряжения динамомашины.

Таким образом для поддержания постоянства напряжения машины с дополнительной щеткой обязательно наличие крупного потребителя электрической энергии, каковым в автомобиле ГАЗ является аккумуляторная батарея. При отсутствии аккумулятора или отсоединения провода от него напряжение динамо не регулируется и с увеличением оборотов значительно растет, вызывая порчу присоединенных потребителей энергии, например электрических лампочек. Дополнительная щетка не закреплена наглухо, как главные щетки, она может передвигаться от руки. При перемещении ее по направлению вращения якоря мы достигаем увеличения силы зарядного тока, так как в обмотки возбуждения будет поступать больший ток, а при перемещении против хода уменьшения силы тока. Эти перемещения производят, когда желают изменить величину зарядного тока аккумулятора. Регулировка ведется по амперметру, установленному на щитке автомобиля.

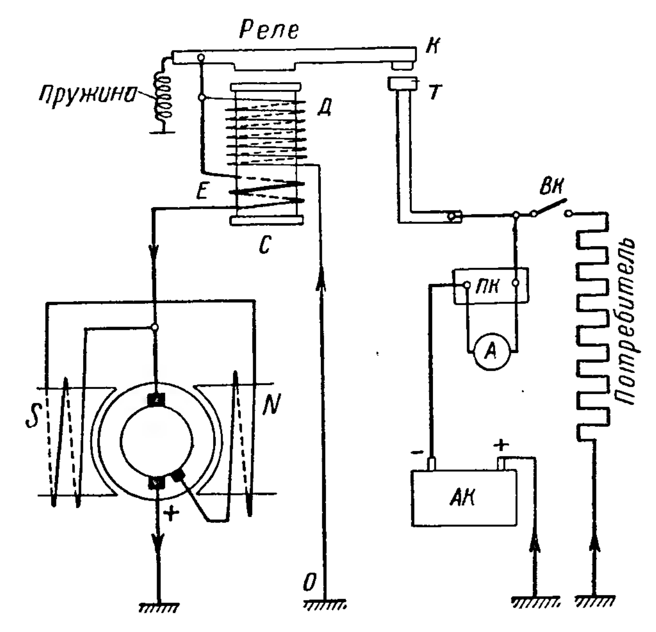
Обороты динамо	Напряжение на зажимах	Напряжение у обмоток возбуждения	Сила тока возбуждения	Сила зарядного тока	Сила тока потребителей (ламп)
750	5,5	4	3,6	Аккумулятор заряжается	—
830	6,3	3	3,4		1,8
990	6,7	2,8	3,3		2,0
1160	7,0	2,6	3,1		2,1
1440	7,1	2,4	2,8		2,1
1880	6,7	1,9	1,4		2,0
2000	6,8	1,6	1,2		2,0
2200	6,8	1,5	1,1		2,0
2500	6,8	1,3	0,65		2,0
3000	6,8	1,0	0,5		2,0

2. Автоматический выключатель (реле)

Выше нами установлено было, что для поддержания постоянства напряжения в динамомашине необходимо наличие крупного потребителя электроэнергии — аккумуляторной батареи. Когда динамомашина не работает (при неработающем двигателе), или имеет на

зажимах недостаточное напряжение, то приборы зажигания и освещения питаются только от аккумуляторной батареи. Как только напряжение динамомашины, при определенных оборотах ее, достигнет нормальной величины, вполне обеспечивающей хорошую работу потребителя энергии, аккумуляторная батарея включается на зарядку и все потребители питаются уже от динамо.

Включение динамомашины в цепь при нормальном напряжении и отключение ее, при напряжении меньшем рабочего в 6 вольт, производится автоматически особым прибором — электромагнитным выключателем, носящем название реле. При отсутствии реле возможна быстрая разрядка аккумулятора через динамо, обмотки якоря которой представляют незначительное сопротивление. Разрядка аккумулятора возможна, конечно, только в том случае, когда напряжение динамо ниже напряжения батареи. При этом в обмотки якоря пойдет ток большой величины и обмотки будут повреждены. Следовательно, реле предохраняет как батарею от ненужной быстрой разрядки, вызывающей порчу пластин, так и обмотку якоря от повреждения сильным током. Кроме того, динамомашина и батарея работают на потребителя параллельно, когда напряжения их одинаковы. Таким образом при работе динамо и батареи возможны следующие положения.



Фиг. 75. Схема реле и 3-щеточный динамо.

1. Батарея одна питает потребителей.
2. Динамо питает потребителей и батарею.
3. Батарея и динамо питают потребителей вместе.

Схема устройства реле показана на фиг. 75.

На сердечник *С* из мягкого железа наматываются две обмотки: одна поверх другой, на чертеже ради удобства изображения расположены одна над другой — тонкая *Д* с большим числом витков и толстая *Е* со значительно меньшим числом витков. Тонкая обмотка, будучи связана последовательно с толстой, всегда приключена к зажимам плюс — минус динамомашины. Плюс динамо приключен на корпус, который условно на схеме изображен параллельными прямыми. При вращении динамомашины — через тонкую и толстую обмотки протекает электрический ток, намагничивающий

железный сердечник. Как только напряжение динамо достигнет необходимой величины (6—7 вольт), сердечник реле *С* настолько намагничивается током, проходящим через обмотки, что притягивает пластинку с контактом *К*, преодолевая сопротивление пружины. Притянутая пластинка замкнет контакт *К* и *Т*, приключая тем самым аккумулятор и потребителей к динамомашине. Тогда батарея будет включена на зарядку и ток будет проходить так: от плюс динамо по корпусу — в точке *О* незначительная часть ответвляется на реле, а большая часть пойдет на зарядку аккумулятора *АК*, затем через амперметр *А*, контакты реле, толстую обмотку — возвращается в динамо. Железный сердечник реле намагничивается больше, контакты *К* и *Т* прижимаются еще плотней. Если напряжение батареи станет почему-либо больше напряжения динамо, то ток от плюс батареи через корпус двигателя потечет в динамомашину, затем через толстую обмотку реле, контакты *К* и *Т* вернется в батарею в обратном направлении, чем во время зарядки, и так как в этом случае ток в толстой обмотке реле меняет направление на обратное, сердечник реле размагнитится, пружина оттянет пластинку, разъединив контакты *К* и *Т*. Таким образом цепь будет прервана и дальнейшая разрядка аккумулятора через динамо будет прекращена.

При включенном выключателе *ВК*, динамомашина, кроме зарядки аккумулятора, будет питать потребителей (лампы). Когда реле отсоединит динамомашину, потребители питаются током батареи. Как видим, работа реле чрезвычайно ответственна и контролируется она амперметром *А*, имеющим двухстороннюю шкалу для определения направления тока (зарядка — разрядка).

3. Монтажная схема зажигания в автомобиле ГАЗ с динамомашиной

Теперь рассмотрим полную схему зажигания с динамомашиной. На схеме фиг. 18: *ДМ* — динамомашина, *ИК* — индукционная катушка (бобина), *ПР* — прерыватель, *РП* — распределитель, *С* — свечи, *ПК* — переходная коробка, к которой приключены с помощью проводов: зажим *b* — реле, зажим *с* минус аккумулятора через контакт на стартере, конец первичной обмотки, амперметр; *ВК* — выключатель для выключения и включения зажигания.

Разберем токопрохождение, когда систему зажигания питает аккумуляторная батарея, а затем динамомашина. Перед пуском двигателя с помощью ключа, вставляемого в замок выключателя, замыкается первичная цепь. Ток от плюс батареи *АК* по корпусу идет на прерыватель (наковальню *К*, молоточек *Т* при сомкнутых контактах), затем по бронированному проводу в выключатель, первичную обмотку, на зажим *b* переходной коробки, через амперметр на зажим стартера и по толстому стартерному проводу *СП* возвращается в аккумулятор; стрелка амперметра при этом отклоняется влево, указывая на разряд аккумулятора. Прохождение тока высокого напряжения нами уже отмечалось.

Как только двигатель разовьет достаточное число оборотов, напряжение динамо достигнет нормальной величины и с помощью реле динамо приключится к потребителям, питая индукционную катушку и аккумулятор. Токопрохождение в данном случае сле-

дующее: от плюс динамо, разветвляясь по корпусу, часть тока пойдет на питание зажигания, а часть на зарядку аккумулятора, затем разветвленные токи сойдутся на зажиме *b* переходной коробки и вернутся через реле в динамомашину, при этом зарядный ток аккумулятора проходит через амперметр, стрелка отклоняется уже вправо (заряд), теперь ток, питающий индукционную катушку, амперметром не регистрируется.

Выключение зажигания производится выключателем *ВК*.

Проводники, соединяющие приборы зажигания, имеют разные цвета: 2 — красный, 3 — черный, 4 — желтый, 5 — желтый с черным. Полная схема электрооборудования ГАЗ-ФОРД будет дана в специальной главе.

4. Динамомашины и регуляторы напряжения, устанавливаемые на тракторах и автомобилях

Освещение на автомобиле разрешено в настоящее время удовлетворительно.

Вопросы освещения на тракторе находятся еще в стадии разработки, особенно в связи с работой трактора на различных сельскохозяйственных операциях в ночное время.

Освещение на автомобиле должно обеспечить безопасное передвижение в ночное время, с полным сохранением больших скоростей. Установленное освещение на тракторе должно дать возможность работать ему в ночное время в поле, освещая достаточно как обрабатываемую часть поля, так и прицепной инвентарь. Ночные работы в наших совхозах и колхозах несомненно занимают видное место; они дают возможность лучше использовать тракторный парк и выполнять в срок задания в напряженные моменты, например весеннюю посевную и уборочную работы.

Для целей освещения преимущественно применяются электрические лампочки мощностью от 5 до 25 ватт, редко выше.

Источником энергии для освещения служат или динамомашина или аккумуляторная батарея, причем динамомашины, применяемые в автомобильной и тракторной практике, большей частью постоянного тока и бывают:

1) или с дополнительной регулирующей щеткой,

2) или со специальным регулятором напряжения.

Применение дополнительной щетки или регулятора напряжения вызывается тем, что динамомашины, будучи связаны с двигателем трактора или автомобиля, имеют в различных условиях работы различное число оборотов, что в сильной степени сказывается на напряжении. Пониженное напряжеиие против нормального вызывает недостаточный накал нити электрических ламп, а следовательно, и недостаточное освещение, повышенное же напряжение, наоборот, вызывает перекал нити лампочек и пережог их.

Поэтому для поддержания постоянства напряжения при разных оборотах динамомашины и применяются упомянутые выше приспособления.

Динамомашины первого типа, т. е. с дополнительной регулирующей щеткой, поддерживают постоянство напряжения на разных оборотах только при наличии крупного потребителя электрической

энергии — аккумулятора. Эти машины нами уже рассмотрены. На большинстве тракторов устанавливаются динамомашины постоянного тока с регуляторами напряжения, которое мы и рассмотрим. В настоящее время применяются исключительно электромагнитные регуляторы напряжения.

5. Динамомашина Бош RIB $\frac{75}{6}$ 900 трактора Катерпиллар

На тракторах Катерпиллар динамомашина с дополнительной регулирующей щеткой установлена быть не может, так как у этих тракторов нет аккумулятора. Поэтому там установлена динамомашина с быстродействующим электромагнитным регулятором напряжения.

Динамомашина Бош постоянного тока, шунтовая (с параллельным возбуждением), 4-полюсная, мощностью в 75 ватт и напряжением 6 вольт.

Динамомашина, будучи связана с коленчатым валом двигателя трактора, не имеет постоянства оборотов, поэтому напряжение ее соответственно будет изменяться, и поддержание постоянства напряжения в 6 вольт можно добиться путем изменения величины магнитного потока Ф.

Так, при увеличении числа оборотов следует магнитный поток соответственно уменьшать, а при уменьшении оборотов, наоборот, магнитный поток увеличивать.

Вот эту задачу и выполняет регулятор напряжения, который путем быстрых переключений изменяет величину тока, поступающего в шунтобмотку, изменяя тем самым магнитный поток, а так как шунтовая обмотка обладает значительной индуктивностью, то ток, питающий ее, не сразу принимает определенные значения, а в течение некоторого промежутка времени. На этом и основано как раз регулирование и поддержание постоянства напряжения на зажимах динамо.

6. Электрическая схема динамомашины и регулятора напряжения (фиг. 76)

На схеме:

Я — якорь динамо с двумя щетками, причем минусная щетка соединена на корпус;

Ш — шунтовая обмотка, имеющая сопротивление 2,4 ома;

Д — добавочное сопротивление в 6 ом, которые представляют 12—13 витков никелиновой проволоки, ради удобства расположенной на одном из полюсных башмаков машины.

Схема регулятора:

ТЛ — толстая обмотка, представляющая 6 витков медной проволоки с сопротивлением 0,01 ома;

ТО — тонкая обмотка регулятора, состоящая частью из никелиновой, а частью из медной проволок, соединенных последовательно. Сопротивление тонкой обмотки 30 ом;

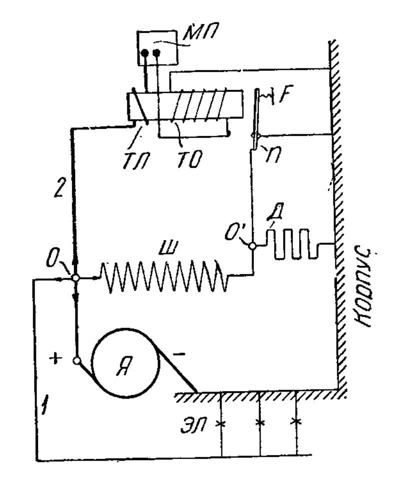
F — пружина, плотно прижимающая пластинку *П* к правому контакту;

МР — корпус регулятора (масса);

ЭЛ — электрические лампы.

Регулятор установлен на бакелитовой подставке, изолирующей его от корпуса динамомашины. При работе динамомашины прохождение электрического тока следующее. Ток в точке *О* разветвляется, большая часть его (примерно 7—8 ампер) по проводу *1* идет на питание электрических ламп, небольшая часть (примерно 0,2 ампера) по проводу *2* через толстую обмотку на корпус регулятора и часть (2,5 ампера) через шунтовую обмотку *Ш* для создания магнитного силового потока.

Все разветвленные токи возвращаются затем вместе по корпусу через минусную щетку обратно в динамомашину. С корпуса регулятора ток проходит через тонкую обмотку и намагничивает сердечник.



Фиг. 76. Схема электропроводки и регулятора Бош.

При оборотах динамомашины не более 650 — ток из шунтовой обмотки проходит на пластинку *П* и через правый контакт на корпус.

Как только обороты динамо возрастут выше 650, сейчас же напряжение увеличится и станет выше 6 вольт, через тонкую обмотку регулятора пройдет ток большей величины, сильнее намагничивая сердечник регулятора. Благодаря этому пластинка *П* притянется и займет среднее положение при оборотах не более 1500, не касаясь ни правого, ни левого контактов. Ток шунтовой обмотки не сможет теперь пройти по пластинке *П* на корпус, а вынужден будет пройти через добавочное сопротивление *Д*, которое его значительно ослабит.

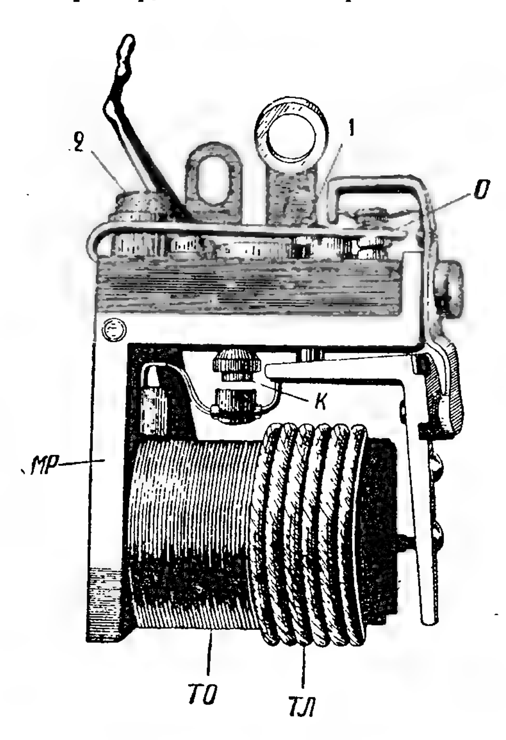
С уменьшением силы тока, протекающего через шунтобмотки, уменьшится магнитный поток Ф, и напряжение машины упадет, приблизившись к 6 вольтам.

Если обороты динамо увеличатся выше 1500, то напряжение вновь возрастет и сердечник, на котором сидит тонкая обмотка регулятора, притянет пластинку *П* так, что она коснется левого контакта. Тогда шунтобмотка будет замкнута, как говорят, на себя и для тока открывается новый путь с меньшим сопротивлением, а именно: по проводу *2* на корпус регулятора, затем через левый контакт, пластинку *П*, добавочное сопротивление *Д* и на корпус динамо.

Практически через шунтовую обмотку ток не пройдет, следовательно магнитный поток Ф значительно ослабнет и напряжение динамо будет около 6 вольт. Ток, проходящий через обмотки регулятора, уменьшится и пластинка *П* под действием пружины отойдет от левого контакта. В обмотку возбуждения вновь будет поступать часть тока, напряжение динамо начнет увеличиваться и т. д. Таким образом при изменении оборотов напряжение машины остается, примерно, постоянным и регулятор, при оборотах динамо не выше 650, включает в работу один только шунт, выше 650, не более 1500 к шунту подключается последовательно добавочное сопротивление и выше 1500 — шунт из работы выключается.

Однако следует особо подчеркнуть, что в пределе — от 650 до 1500 оборотов шунтобмотка не все время находится в соединении с добавочным сопротивлением, при оборотах выше 1500 шунт не все время выключен.

Пластинка *П* регулятора во время работы вибрирует и если, например, в динамо при 800 или 1000 оборотах соединим шунтобмотку с добавочным сопротивлением помимо регулятора, то заметим, что напряжение едва достигнет 3 вольт. Отключив же добавочное сопротивление, т. е. работая на одной шунтобмотке, заметим, что показания вольтметра при 800 — 1000 оборотах равно 10—12 вольтам. Стало быть регулятор при оборотах выше 650, выбрируя, мгновенно то подключает, то отсоединяет добавочное сопротивление, сглаживая изменения в напряжении до 6 вольт. С этой задачей оно справляется блестяще.



Фиг. 77. Регулятор динамо Бош.

Соединяя опять шунт и добавочное сопротивление регулятора, заметим, что при оборотах выше 1500 динамо развивает напряжение выше 6 вольт. Отключая же шунт, т. е. работая за счет остаточного магнетизма, получим 1—1,5 вольта. И опять-таки сглаживание напряжения до 6 вольт производится помощью выбрирующей пластинки регулятора, которая то включает, то выводит из работы шунтобмотку.

Итак, вибрирующая пластинка регулятора при оборотах динамо до 650 — неподвижна, при оборотах от 650 до 1500 выбрирует между первоначальным и средним положениями и, наконец, при оборотах динамо выше 1500 — вибрирует между средним положением и левым контактом.

Данные о тонких обмотках регулятора

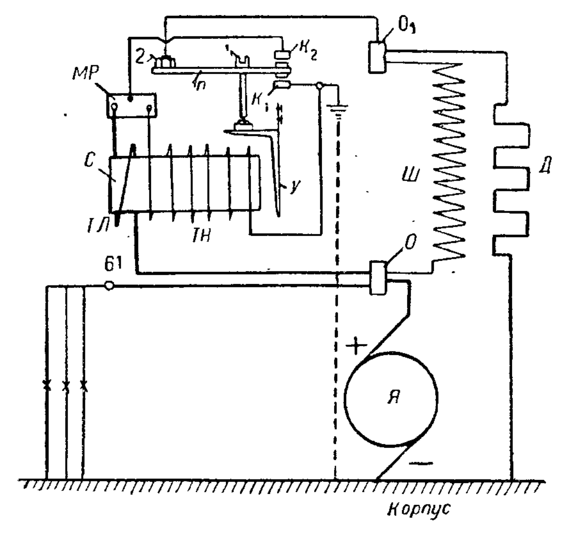
Напряжение динамо	Число рядов тонкой проволоки		Диаметр проволоки в *мм*	
	Никелиновая	Медная	Никелиновая	Медная
Динамо Бош 6 вольт.	1	9	0,5	0,4
„ „ 12 „ .	2	13	0,4	0,3

Общий вид регулятора, без бакелитовой подставки, изолирующей его от корпуса машины, показан на фиг. 77.

Регулятор имеет следующие зажимы (контакты): *О*, *О'*, *61* и *51*. Первые два зажима соответствуют точкам *О* и *О'* на схеме фиг. 76, к зажиму *61* (фиг. 78) присоединяются электрические лампы, зажим *51* у динамомашины, установленной на тракторе Катерпиллар, запломбирован, так как им пользуются только в случае наличия аккумулятора.

Чертеж-схема регулятора представлен на фиг. 78.

К зажиму (контакту) *О* присоединяются четыре провода: *1*—плюс динамо, *2* — пластинка *61* контакта к потребителю, *3* — конец толстой обмотки регулятора и *4* — начало шунтовой обмотки, которое покрыто красной краской.



Фиг. 78. Чертеж-схема регулятора Бош.

К другому зажиму O_1 присоединяются три провода: конец шунтовой обмотки, который подкрашен синей краской, добавочное сопротивление *Д* и короткий провод пластинки *П*. На схеме (фиг. 78) пластинка *П* притягивалась к сердечнику регулятора, на самом же деле к сердечнику *С* притягивается железный угольник *У*, который верхней своей полкой упирается в винт *1*, приподнимая тем самым пластинку *П*. Винт *1* и угольник изолированы друг от друга стеклянной вставкой.

Динамомашины на тракторах не защищены так, как на автомобилях, они работают в более тяжелых условиях, поэтому и требуют более частого осмотра и очистки от пыли и грязи. Уход за динамо сводится к следующему.

1. Сработанные щетки заменяются новыми. Сработанная щетка плохо или совсем не прижимается пружиной к коллектору, не обеспечивая хорошего контакта. Вставленная новая щетка пришлифовывается по окружности коллектора полоской стеклянной бумаги, расположенной, конечно, рабочей поверхностью к щетке.

2. Загрязненный коллектор следует протирать тряпкой, слегка смоченной в бензине.

3. Выступающая слюда между коллекторными пластинами должна быть прорезана куском ножевочного полотна глубиной, примерно, 0,5 *мм*. Прорезка должна производиться аккуратно, чтобы не сделать царапин на коллекторе. Для выполнения упомянутой работы переднюю крышку динамо следует снять, для чего снимается регулятор, отворачиваются спереди машины две гайки и крышка свободно снимается. Обточке на стенке коллектор

подвергается только в случае заметных выбоин, прижоги же на коллекторе могут быть уничтожены полированием с помощью стеклянной бумаги.

7. Уход за регулятором

1. Подгоревшие контакты регулятора осторожно подчищаются узкой полоской мелкой стеклянной бумаги.

2. Масло, попавшее на контакты, следует удалять путем протирки сухой тряпкой.

Необходимо отметить, что динамомашина не совсем удачно соединена с двигателем. Она крепится на флянце в крышке коробки распределительной шестерни и приводится в движение от шестерни валика водяного насоса и магнето. Через задний подшипник динамо смазка шестеренок забрасывается на шунтобмотки, кроме того, пары масла проникают и в регулятор, несмотря на сравнительное далекое расположение его от заднего подшипника. Попавшее масло разъедает изоляцию обмоток, в результате мы имеем частое замыкание и ремонт.

Масло в регуляторе разъедает как изоляцию тонкой обмотки, так и пружинку, на которой закреплен угольник. Следовало бы или удлинить валик или вынести динамо, вращая ее от двигателя через ременную передачу.

Кстати, число оборотов динамо при 650 оборотах коленчатого вала — 1765. Ведущая шестерня двигателя имеет 38 зубьев, ведомая на динамо 14. По нашему мнению, динамо работало бы более исправно, если сообщить ей не 1765, а 1000—1200 оборотов, тогда можно было бы обойтись без верхнего контакта в регуляторе и пластинка имела бы в работе только два положения вместо трех, ибо тракторы редко имеют повышение оборотов против нормального больше, чем на 60—70%.

Во время заправки, особенно при неумелом обращении тракториста и заправщика, динамо обливается водой и маслом, и несмотря на имеющиеся прокладки и хорошо пригнанную крышку вода и масло силой потока воздуха от вентилятора забрасываются и проникают даже в динамо. Это положение накладывает на тракториста и заправщика обязанность бережной и аккуратной заправки трактора.

Соблюдение указаний по уходу за динамо в значительной степени предупреждает возникновение целого ряда неполадок. Если почему-либо в ночное время освещение на тракторе отсутствует, то в практике часто приходится слышать: „регулятор не работает". В большинстве случаев это напрасное обвинение, чаще освещение не работает из-за неисправности в проводах, на что и следует обращать внимание, бережно обращаясь с проводкой.

Для определения неисправной части в системе освещения хорошо воспользоваться небольшим вольтметром со шкалой 15—0—15. Провод от *61* контакта отключается и на его место присоединяется провод от вольтметра. Другой же провод от вольтметра закрепляется на корпусе машины или трактора.

Если вольтметр дает показания, значит динамомашина исправна, а неисправны или провод, или выключатель, или сами потребители.

При повреждении изоляции провод, касаясь корпуса трактора, замыкается на „короткое“. Шунтмашина короткого замыкания не боится, но напряжение при этом она не развивает, почему и будет отсутствие света на тракторе. Необходимо отыскать поврежденные части провода и заизолировать их специальной лентой. Бывают также случаи замыкания провода в патроне лампы.

Если во время проверки вольтметр показывает меньше или значительно больше 6 вольт (например 5 или 9), значит регулятор разрегулировался, тогда следует приступить к его регулировке.

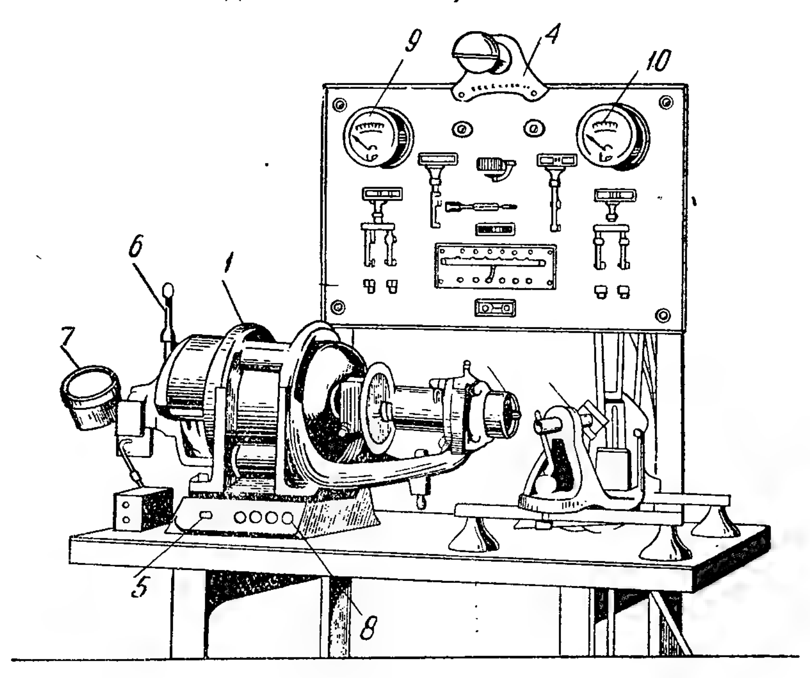
8. Регулировка регулятора напряжения

Регулировку необходимо вести при включенном вольтметре, ибо попытки регулировать на лампы кончаются обычно большим числом сожженных ламп.

Общий метод регулировки следующий.

1. Прежде всего необходимо, чтобы пластинка *П* была прижата к контакту K_1, что может быть достигнуто привертыванием гаечки *2*.

2. Небольшое нажатие пальцем на железный угольник *У* не должно вызывать подъема пластинки, т. е. чтобы была небольшая



Фиг. 79. Станок для регулировки регулятора.

игра, примерно 0,5 *мм*. Этого можно добиться путем отвертывания винта *1*.

Инструментом для выполнения работы служит: специальная отвертка и ключ, применяемый для регулировки контактов прерывателя магнето.

Когда все условия соблюдены, можно вращать динамо, приключив к ней вольтмер одним концом к *61* контакту, другим на корпус машины. Иногда эту работу выполняют в мастерской на специальном станке, состоящем из электромотора, допускающего широкую регулировку числа оборотов, тахометра, прибора, указывающего число оборотов электромотора в минуту, щитка с вольтметром и амперметром (фиг. 79).

1. Электромотор.
2. Станина, на которой закрепляется испытуемая машина.
3. Шарнирное соединение электромотора с испытуемой машиной.
4. Щиток с измерительными приборами.
5. Пусковая кнопка.
6. Рычаг, помощью которого регулируется число оборотов, кроме того, с его помощью изменяется направление вращения мотора.
7. Тахометр.
8. Гнезда, в которые вставляются провода от динамо.
9 и 10. Вольтметр и амперметр.

Если вольтметр при изменении числа оборотов в динамо показывает увеличение напряжения против 6 вольт, то гаечку *2* (фиг. 78) следует немного отвернуть. Наоборот, при недостатке напряжения, например 5 вольт, следует гаечку заворачивать. Небольшие дрожания стрелки вольтметра указывают на увеличенный зазор между контактом K_2 и контактом пластинки *П*. Регулировка чрезвычайно тонкая — незначительный поворот винта или гайки дает резкое изменение напряжения. Следует указать, что при регулировке часто ограничиваются поворачиванием одной только гаечки *2*.

Большинство совхозов специальных станков не имеет, поэтому приходится регулировку вести непосредственно на тракторе.

Достоинство этого регулятора — быстро реагировать на изменение числа оборотов динамо, поддерживая постоянство напряжения около 6 вольт. Стрелка вольтметра при широком колебании оборотов, при хорошо отрегулированном регуляторе стоит почти мертво на 6 вольтах. Поэтому вполне заслуженно его называют быстродействующим.

Недостатки. 1. При ненагруженной динамо регулятор все время работает, пластинка вибрирует, причем контакты при беспрерывном замыкании и размыкании обгорают. Следовало бы шунтобмотку от зажима регулятора *О* отключать и включать по желанию через однополюсный рубильник. Днем рубильник выключается, динамо не возбуждается, регулятор не работает.

2. Трудность регулировки, когда шунтовые обмотки заменены новыми или обмотки регулятора перемотаны, без соблюдения прежних размеров диаметра проволоки и числа витков.

9. Ремонт регулятора

В ремонт регулятор напряжения обычно поступает, когда пружина угольника *У* получит излом, или тонкая обмотка сгорит.

Если верхний контакт отойдет, то между ним и контактом пластинки *П* образуется значительный зазор, в таком случае напряжение динамо возрастает, примерно, в два раза.

Лампы, оказавшись под большим напряжением, перегорают, и если невыключить шунтобмотки, то тонкая обмотка регулятора оказывается постоянно под большим напряжением, чрезмерно нагреваясь. Перегрев обмотки вызывает порчу изоляции, а затем и замыкание между витками, в результате чего обмотка выбывает из строя — сгорает. В этом случае динамомашина полностью поступает в ремонтную мастерскую. Регулятор снимается так: из зажимов *O*, O_1, *61* (фиг. 78) контакта выворачиваются винты, освобождающие концы проводников, затем вывертываются две шпильки и регулятор свободно снимается.

Теперь следует освободить сердечник с катушкой, после чего вполне доступно снять сгоревшую обмотку и намотать новую. Сердечник изолируется от новой обмотки тонкой материей, или в крайнем случае плотной бумагой. Диаметр проволоки и число рядов указаны выше в таблице.

Проволоку следует брать с эмалевой изоляцией, так как хлопчатобумажная изоляция скоро выбывает из строя. Быстро намотать катушку можно с помощью ручной дрели с зубчатой передачей. При установке регулятора на место следует обратить внимание на присоединение проводников к его зажимам. К зажиму *O* обязательно присоединяется плюс динамо и начало шунтобмотки. Два других провода — конец шунтобмотки и добавочное сопротивление присоединяются к зажиму O_1. При неправильном присоединении концов обмотки и правильном вращении динамо, по часовой стрелке со стороны привода, динамо не возбуждается. В таком случае следует переключить концы шунтобмотки.

Заметим, что при неправильном включении проводов возможно размагничивание динамо — уничтожение остаточного магнетизма. Намагничивание производится путем пропускания тока от 6-вольтового аккумулятора через шунтобмотки, соединяя начало ее на плюс, а конец на минус. Через короткий промежуток времени остаточный магнетизм машины будет восстановлен. После ремонта регулятор обязательно регулируется.

10. Работа динамо Бош совместно с аккумулятором

Если на тракторе аккумулятор является редкостью, то на автомобиле наличие аккумулятора, как правило, обязательно.

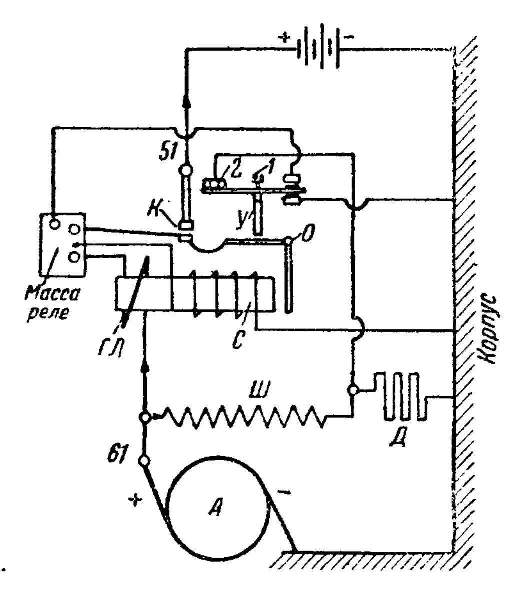
Когда динамомашина не работает (при неработающем двигателе), или на зажимах имеет недостаточное напряжение, тогда бобина, в случае батарейного зажигания, фонари для освещения, сигналы — питаются только от аккумуляторной батареи.

Как только напряжение динамомашины достигнет нормальной величины, вполне обеспечивающей хорошую работу потребителя энергии, аккумуляторная батарея подключается на зарядку и все потребители питаются уже от динамо.

Включение батареи на зарядку и отключение ее от динамомашины производится автоматически, с помощью реле. Если реле не будет своевременно отключать батарею, то возможна быстрая разрядка аккумулятора через динамо, обмотка якоря которой представляет небольшое сопротивление. Разрядка аккумулятора возможна, когда напряжение динамо ниже напряжения батареи.

При этом в обмотки якоря поступит ток большой величины и обмотки будут повреждены.

Таким образом реле своевременным отключением батареи предохраняет ее от ненужной быстрой разрядки, вызывающей порчу пластин, а обмотку якоря от повреждения сильным током. Работа реле при наличии аккумулятора показана на фиг. 80, где реле выполнено в одном приборе с регулятором напряжения.



Фиг. 80. Схема соединений динамо Бош с аккумулятором.

Здесь качающийся угольник, когда напряжение динамо достигнет нормальной величины, автоматически включает контакты *К*.

Притянутый угольник к сердечнику *С* дает возможность оттянутому книзу контакту сомкнуться с верхним неподвижным контактом.

Тогда ток пойдет так: от плюс динамо по толстой обмотке *ТЛ* на корпус регулятора, откуда через сомкнутые контакты *К* к *51* контакту, из него на зарядку аккумулятора и к потребителям. Проходящий по толстой обмотке ток еще сильнее намагничивает сердечник *С*.

Если напряжение динамо ниже напряжения батареи, то контакты *К* расходятся, предупреждая разряд батареи через динамомашину. Питание потребителя происходит при этом от аккумулятора, а разобщение контактов *К* происходит в силу того, что ток аккумулятора проходит в динамо через контакты *К* по толстой обмотке реле в обратном направлении, значительно размагничивая сердечник *С*, и отходящий от сердечника угольник снова оттягивает подвижный контакт книзу.

Зазор между контактами *К* регулируется путем оттягивания или приближения подвижного контакта таким образом, чтобы реле своевременно включало и выключало аккумулятор.

Регулировку реле ведут обычно на зарядную силу тока в 7—7,5 ампер.

Следует отметить, что в процессе вибрации угольника *У*, контакты *К* остаются сомкнутыми в течение продолжительного времени вследствие того, что верхняя полка угольника качается, не касаясь нижнего контакта *К*, и только в случае значительного понижения напряжения динамо, а вместе с этим и размагничивания сердечника *С*, угольник нажимает и разобщает подвижный контакт *К* от неподвижного, отсоединяя тем самым динамо от аккумулятора и потребителей.

Кроме того, нижний контакт *К* может отойти книзу и помимо воздействия на него угольника, вследствие нагревания при зна-

чительном токе, что с одной стороны предохраняет динамо от чрезмерного нагревания током при большой нагрузке, и с другой — предупреждает возможную разрядку аккумулятора через динамо. Изогнутая пластинка нижнего контакта от нагревания выпрямляется и контакты *К* разъединяются.

Таким образом реле включает и отключает потребителей, а регулятор напряжения попрежнему поддерживает постоянство напряжения, причем они представляют один компактный аппарат.

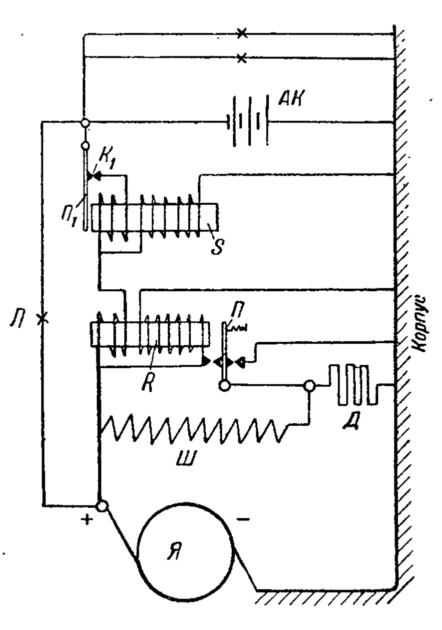
Из схемы видно, что потребители энергии к *61* контакту уже не присоединяются, а присоединяется к нему контрольная лампа *Л*, которая при заряде аккумулятора, будучи параллельно соединена с малым сопротивлением между точками *О* и *51*, тухнет, при разряде — когда контакты *К* разомкнуты, горит, указывая водителю машины в первом случае о работе динамо и во втором аккумулятора.

При работе динамо и аккумулятора отметим следующие положения.

1. Динамо питает потребителей и батарею, когда напряжение выше, чем батареи.

2. Батарея одна питает потребителей, когда напряжение ее выше, чем динамо.

3. Динамо и батарея питают потребителей вместе, в таком случае говорят, что они работают параллельно.



Фиг. 81. Схема 2-катушечного регулятора реле Бош.

11. Динамомашина Бош с двумя регулирующими катушками

Кроме рассмотренной динамо с одной катушкой регулятора и реле, на автомобилях устанавливается еще динамо с двумя катушками, из которых одна *R* служит для поддержания постоянства напряжения при разных оборотах, а другая *S* автоматически выключает и включает на зарядку аккумулятор.

На схеме фиг. 81:

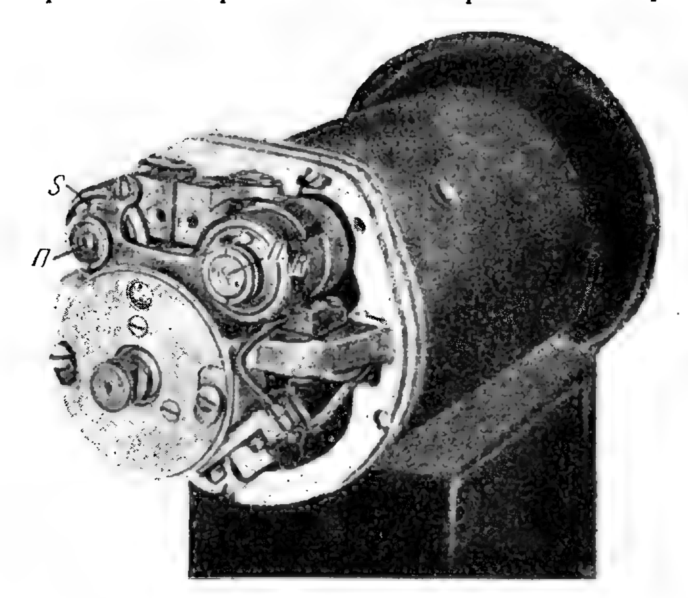
Я — якорь динамо,
Ш — шунтовая обмотка,
Д — добавочное сопротивление,
R — катушка для регулирования напряжения,
S — катушка реле для включения и выключения динамомашины,
Л — контрольная лампа, устанавливаемая на щитке перед шофером.

При указанном положении на схеме происходит зарядка аккумулятора, проходящий ток по тонкой обмотке катушки намагничивает сердечник, который притягивает пластинку $П_1$, замыкая контакты $К_1$.

Лампа *Л* при этом не горит — ток, заряжающий батарею, проходит по толстым обмоткам обеих катушек.

Если напряжение батареи станет выше, то ток из нее потечет обратно в динамо, сердечник катушки *S* размагнитится, пластинка будет отжата пружиной влево, контакты $К_1$ разомкнутся.

Тогда ток из батареи пройдет через лампу *Л*, якорь динамо и по корпусу обратно в батарею. Лампа загорится и это укажет шоферу, что батарея разряжается. Общий вид такой динамомашины дан на фиг. 82.



Фиг. 82. Общий вид динамо Бош с реле регулятором.

Регулировка также чрезвычайно тонкая, производится она путем заворачивания и отворачивания винтов, прижимающих пластинки *П* и $П_1$.

Динамо Бош установлены на следующих тракторах:

Катерпиллар 60, 30 и 20 . . . RJB $\frac{75}{6}$ 900

Интернационал $\frac{22}{36}$; Кейс, модель К $\frac{50}{6}$ 500

Монарх 50 . . . . RJB $\frac{75}{5}$ 900

12. Динамомашины завода АТЭ, устанавливаемые на тракторах СТЗ и ЧТЗ

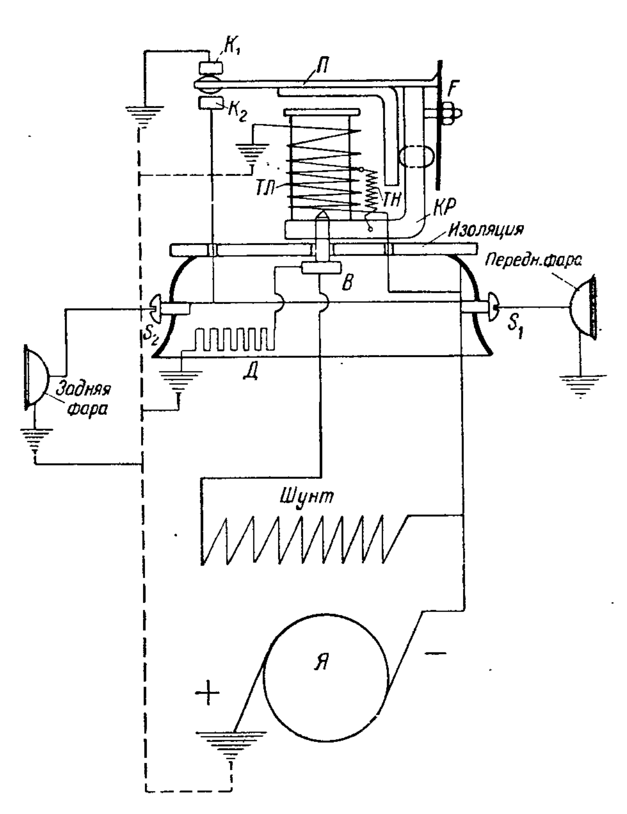
Рассмотрим теперь устройство и работу динамомашин отечественного производства, выпускаемых заводом АТЭ (Автомобильно-тракторной электропромышленности) в Москве.

Динамомашина трактора СТЗ 2-полюсная, напряжением 6 вольт, мощностью 60 ватт; динамо трактора ЧТЗ 4-полюсная, напряжением тоже в 6 вольт, мощностью 100 ватт.

Обе машины шунтовые, имеют одинаковые регуляторы напряжения, по своему принципиальному устройству не отличаются от рассмотренной машины Бош. Что касается регулятора напряжения, то он значительно упрощен по сравнению с Бош.

13. Схема регулятора напряжения

ТЛ — сравнительно толстая обмотка, состоящая из двух частей: медной с эмалевой изоляцией, диаметром 0,45 *мм* и константановой — тоже с эмалевой изоляцией и диаметром в 0,4 *мм*. Константановая проволока обладает той особенностью, что при разных температурах имеет постоянное сопротивление. Сопротивление медной проволоки, примерно 2,3 ома, константановой 8,6 ома. Кроме этих обмоток, на железном сердечнике регулятора расположена еще тонкая никелиновая обмотка *ТН*, сопротивлением около 70 ом, которая условно вынесена в сторону.



Фиг. 83. Схема регулятора динамо завода АТЭ.

Медная обмотка с большим числом витков служит в основном, при прохождении через нее тока, для намагничивания сердечника, константановая в качестве сопротивления для уменьшения тока, потребляемого регулятором, и наконец, тонкая никелиновая, с сопротивлением в 70 ом, создает плавную, безискровую работу регулятора.

П — вибрирующий мостик, натянутый стальной пластинкой *F*, занимающий при вибрации три положения.

1. Мостик прижат к верхнему контакту.
2. Нейтральное положение.
3. Мостик прижат к нижнему контакту.

КР — корпус регулятора, изолированный от корпуса динамо специальной прокладкой. Регулятор установлен на подставке в виде коробки и привернут двумя винтами к динамо. По обе стороны коробки выведены два винта, обозначенные через S_1 и S_2,

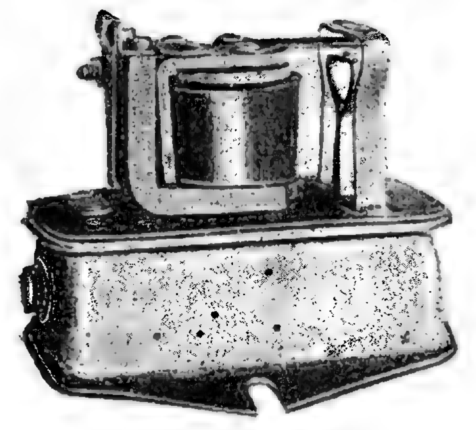
к которым присоединяются электрические лампы с помощью бронированных проводов.

Кроме того, на фиг. 83 (данные относятся к динамо трактора ЧТЗ):

Я — якорь динамо с двумя щетками, плюс щетка соединена на корпус машины, который условно обозначен на чертеже черточками (⏚);

Ш — шунтобмотка, имеющая сопротивление 2,8 ома;

Д — добавочное сопротивление около 6 ом, которое представляет 20 витков никелиновой проволоки, намотанной на изоляционной основе и расположенной под основанием регулятора.



Фиг. 84. Общий вид регулятора.

При работе динамо прохождение тока следующее: с плюс щетки ток поступает на корпус и разветвляется:

а) часть идет к потребителям — лампам;

б) часть, примерно 0,5 ампера, идет в обмотки регулятора;

в) часть, примерно 2,5 ампера, в шунтобмотки для создания магнитного поля.

Ток через лампы проходит так: с плюс щетки по металлическим частям трактора в лампу и по проводам к зажимам S_1 и S_2, откуда через минус щетку обратно в динамо. Через шунтобмотку ток проходит так: с плюс машины на верхний контакт K_1, затем на мостик *П* и по корпусу регулятора на винт *В*, с него по черному проводу в шунтобмотку.

При напряжении динамо больше 6 вольт мостик *П* притянется и займет среднее положение, т. е. не будет касаться ни K_1 ни K_2. Теперь ток в шунтобмотку вынужден пойти через добавочное сопротивление *Д* на винт *В* в обмотку и по проводу через минус щетку обратно в динамо.

С уменьшением силы тока, протекающего через шунтобмотку, магнитный поток уменьшится и напряжение машины упадет, приблизившись к 6 вольтам. При значительном увеличении числа оборотов двигателя напряжение динамо возрастает настолько, что сердечник регулятора притянет мостик к нижнему контакту. В этом случае ток через шунтобмотку не пойдет, следовательно магнитный поток значительно ослабнет и напряжение динамо опять будет около 6 вольт.

Таким образом, благодаря быстрому переключению вибрирующего мостика *П*, при изменении оборотов напряжение динамомашины остается практически постоянным.

Отметим при работе регулятора следующие положения.

1. Мостик прижат к контакту K_1 — ток возбуждения проходит только через шунт.

2. Мостик не касается контакта, ток возбуждения проходит через добавочное сопротивление в шунт.

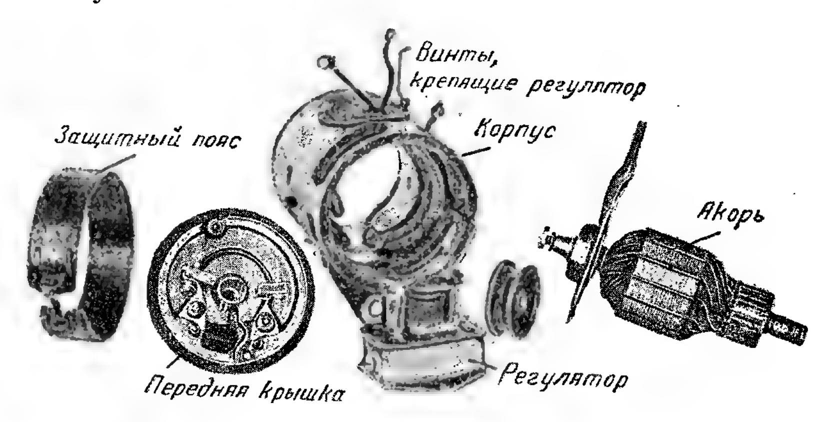
3. Мостик касается контакта K_2, шунт из работы выключается.

На фиг. 84 представлен общий вид регулятора.

14. Правила сборки и разборки динамо трактора СТЗ

1. Сначала снимается регулятор, для чего отворачиваются два крепящих винта, регулятор приподнимается и с внутренней стороны его отсоединяются три провода.

2. Снимается защитный пояс со стороны коллектора динамомашины путем отвинчивания болтика.



Фиг. 85. Динамо трактора СТЗ в разобранном виде.

3. Отсоединяется конец проводника от угольной щетки, изолированной от корпуса.

4. Затем снимается шкивок, для чего необходимо предварительно отвернуть крепящий его болт (правая резьба).

5. Отвинчиваются две гайки двух тонких болтов, крепящих переднюю и заднюю крышки к корпусу динамо.

6. Снимается передняя крышка вместе со щетками, а задняя вместе с якорем.

7. Чтобы снять катушки возбуждения необходимо по корпусу динамо вывернуть два винта — по одному на каждый полюс и вместе с железными сердечниками вынуть из корпуса динамо.

Сборка динамо производится в обратном порядке и для того, чтобы щетки не мешали насаживанию передней крышки на конец вала якоря, следует их приподнять в щеткодержателе, после постановки якоря опустить на место.

Собранная машина должна легко вращаться от руки и всегда после сборки следует проверить, не заедают и не цепляются ли где-нибудь отдельные части динамо. Фиг. 85 представляет динамо СТЗ в разобранном виде.

15. Разборка динамомашины трактора ЧТЗ

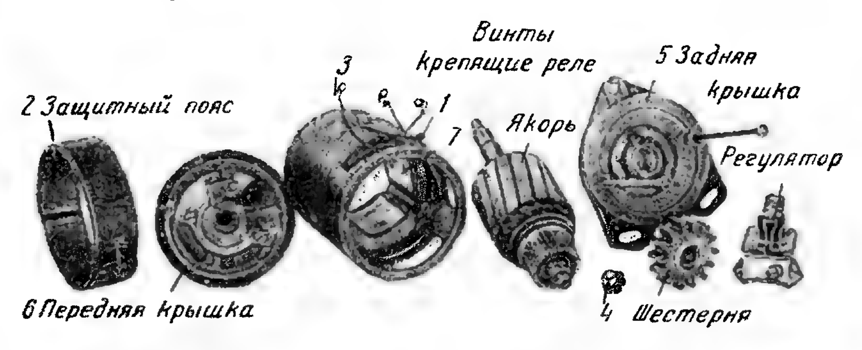
1. Отворачиваются два крепящих винта, приподнимается регулятор и с внутренней стороны его отсоединяются три провода: два черных и один красный.

2. Снимается защитный пояс со стороны коллектора.

3. Отсоединяется конец шунтобмотки от угольной щетки, изолированной от корпуса.

4. Со стороны привода снимается шплинт, отворачивается гайка (правая резьба), затем съемником снимается шестерня, после чего с обнаженного конца вала выбивается полукруглая шпонка. Следует предупредить, что съемка шестерни ударами влечет за собой порчу заднего подшипника.

5. Для выемки якоря из корпуса машины необходимо с передней стороны отвернуть две гайки по $^1/_4''$, вместе с болтами снять заднюю крышку и якорь вместе с передней крышкой легко вынимается из кожуха динамо.



Фиг. 86. Динамо трактора ЧТЗ в разобранном виде.

6. Чтобы отсоединить переднюю крышку от якоря необходимо:

а) крышку переднего подшипника, закрепленную на трех винтах снять;

б) вывернуть стопорный винт, закрепляющий внутренюю обойму шарикоподшипника с валом якоря;

в) снять упорное кольцо, предохраняющее якорь от осевого разбега и тонкую шайбу, удерживающую смазку в шарикоподшипнике;

г) следует заметить, что передний подшипник очень туго сидит на конце вала якоря и съемка передней крышки вместе с подшипником производится путем выколачивания дубовой круглой выколоткой по диаметру вала якоря, воспользовавшись при этом либо куском трубы, через которую проходил бы якорь, упираясь передней крышкой, либо тисками. Эту операцию проделывают, конечно, когда в том есть необходимость.

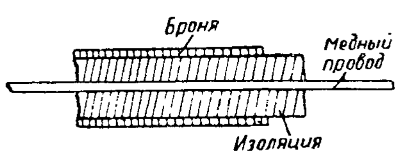
Для сборки и разборки необходимо иметь следующий инструмент: 1 — молоток, 2 — отвертку 4″, 3 — гаечный ключ разводной, 4 — съемник для шестерни и 5 — деревянную круглую выколотку.

На фиг. 86 показана динамо ЧТЗ в разобранном виде.

16. Определение неисправной части в системе освещения тракторов СТЗ и ЧТЗ

Для определения неисправной части в системе освещения хорошо воспользоваться небольшим вольтметром со шкалой до 15 вольт.

Провода от 2 контактов на коробке регулятора отключаются и на место одного из них присоединяется провод от вольтметра, а другой зажим вольтметра на корпус машины или трактора. Если вольтметр при работе машин дает показания в 6 — 7 вольт, значит динамомашина исправна, а неисправны либо провода, либо выключатель или сами потребители.



Фиг. 87. Бронированный провод.

Электропроводка на тракторах СТЗ и ЧТЗ выполнена бронированным проводом, который обладает следующими основными недостатками (фиг. 87).

Провод, при поврежденной изоляции, соединяется с броней, состоящей из навитой проволоки, благодаря чему в любом месте касания брони с корпусом трактора получается короткое замыкание, и часто трудно бывает найти поврежденное место, поэтому для ремонта приходится снимать проводку и отыскивать поврежденное место в мастерской, когда броня не имеет касания с металлическими частями трактора. При ремонте срывают часть брони и изолируют поврежденное место специальной лентой.

Фиг. 88. Схема электропроводки.

Фиг. 89. Тракторов СТЗ и ЧТЗ.

По нашему мнению, изолированный провод с гупперовской изоляцией без брони будет служить продолжительней, особенно

когда провод укрепить на тракторе на деревянных узких планках, а бронированную часть сделать только при вводах в фары.

Электропроводка на тракторах СТЗ и ЧТЗ выполнена по схеме, помещенной на фиг. 88 и 89.

У трактора СТЗ задняя фара и ответвительная коробка *ОК* включаются с помощью выключателя, расположенного слева колонки рулевого управления. В ответвительной коробке находятся три гнезда, к которым можно приключаться для освещения прицепных орудий. Соединительные провода на тракторе бронированы, но это не значит, что с ними можно обращаться небрежно. Наоборот, их всячески следует оберегать от механических повреждений, избегать обливать топливом, маслом. Чем бережнее обращаться с проводкой, тем надежнее будет работать система освещения.

Выключение системы освещения происходит с помощью выключателя *ВК* путем включения контакта *1*, который соединен с корпусом трактора, следовательно выключение динамомашины происходит путем замыкания ее „на короткое".

Если во время проверки освещения обнаружится, что включенный вольтметр показывает значительно больше или меньше 6 вольт (например 4 или 10), вероятно, что регулятор разрегулировался, тогда следует приступить к регулировке.

17. Правила разборки регулятора и ремонт обмоток его

Разбирать регулятор напряжения приходится в случае ремонта, особенно когда повреждены его обмотки.

Регулятор, надо сказать, чрезвычайно тонкий аппарат, поэтому разборку его следует производить со всеми предосторожностями, чтобы не причинить излишних повреждений.

Полную разборку регулятора следует вести в следующем порядке.

1. С внутренней стороны коробки регулятора снимают добавочное сопротивление с 20 витками никелиновой проволоки, путем отворачивания шурупа и гайки.

2. Здесь же отпаивают концы обмоток — медной от зажима регулятора S_1 и константановый от корпуса коробки.

Кроме того, следует отпаять также и конец тонкой никелиновой проволоки сопротивлением в 70 ом от угольника регулятора. Все эти обмотки наложены на сердечник по часовой стрелке.

3. Затем отпаивается и снимается регулирующая гаечка, натягивающая пружину вибрирующего мостика.

4. Отворачиваются два винта сверху на угольнике регулятора, после чего вибрирующий мостик и пластинчатая пружина снимаются. Проделанные операции уже свободно позволяют снять угольник с сердечником и обмотками (фиг. 90).

Обмотки с сердечника снимаются следующим образом.

5. Прежде необходимо сверху сердечника снять шайбу, для чего сначала следует ее осадить вниз с тем, чтобы запилить края сердечника, а затем снять.

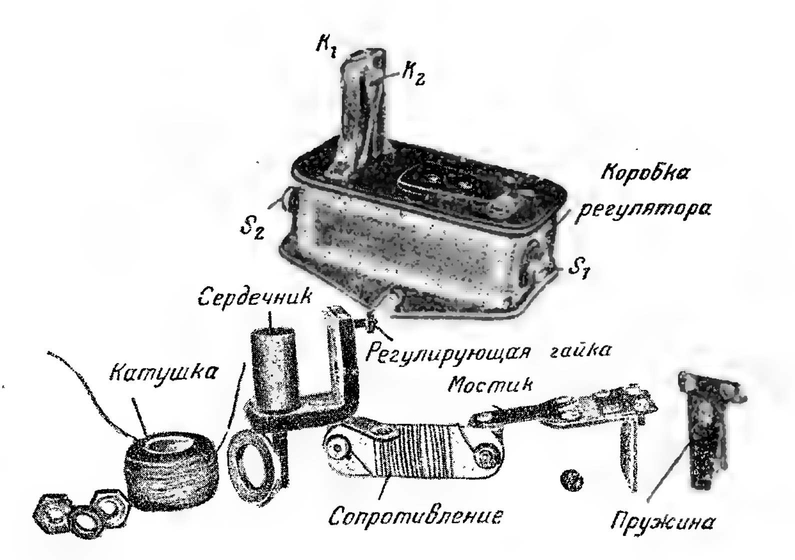
6. Наконец, удаляется изолированный борт и обмотки в виде катушки свободно снимаются.

Данные об обмотках катушки регулятора. Снаружи катушка

имеет бумажный защитный слой, который при разборке обмоток снимается. Что касается самих обмоток, то они имеют эмалевую изоляцию.

Сверху катушки расположена тонкая никелиновая обмотка в один ряд, сопротивлением в 70 ом, диаметр ее 0,18 *мм*, длина 2,5 *м*, число витков 32.

Затем идет более толстая обмотка, которая состоит из двух спаянных разнородных материалов: константановой проволоки диаметром в 0,4 *мм*, длиной 2,1 *м*, число рядов — 1, число витков 27



Фиг. 90. Регулятор напряжения завода АТЭ в разобранном виде.

и медной диаметром в 0,45 *мм*, длиной 17,3 *м*, число рядов 11, число витков 295.

В месте спая их и присоединяется тонкая никелиновая проволока. Обмотки наматывается на бумажном каркасе, цилиндрической формы, по диаметру и высоте сердечника в следующем порядке: сначала медная, затем константановая и, наконец, никелиновая проволоки. Вновь полученная катушка изолируется снаружи тонким слоем бумаги и насаживается затем на железный сердечник регулятора.

Все последующие операции по сборке регулятора производятся в обратном порядке, чем разборка.

Если динамомашина при нормальных оборотах не развивает надлежащего напряжения, то при выяснении исправности внешних соединений, регулятора, плотного прилегания щеток, можно предположить, что неисправны или обмотки возбуждения, или якорь.

Для проверки обмоток возбуждения включают их в цепь аккумулятора напряжением в 6 вольт, причем концы обмоток возбуждения следует отсоединить как от регулятора, так и минус щетки динамо. При этом следует соблюдать правило, чтобы конец обмоток возбуждения, отсоединенный от регулятора, был приключен к зажиму плюс аккумулятора, а конец от щетки к зажиму минус,

в противном случае машина будет перемагничена, а в дальнейшем на тракторе при первой же ее работе размагничена и напряжения развивать не будет. Это значит, что корпус машины лишен остаточного магнетизма и для намагничивания следует снова приключить обмотки к аккумулятору, как было указано выше.

Если проверяются обмотки возбуждения динамо трактора ЧТЗ, то амперметр должен показать 2,5 ампера, если амперметр покажет больше, значит обмотки повреждены, причем поврежденная катушка с замкнутыми витками внутри даст о себе знать по нагреву на ощупь, она нагревается больше других. Если ток через катушки не идет, то возможен разрыв проводов внутри или в соединениях между катушками.

При проверке обмоток динамо трактора СТЗ, включенный последовательно амперметр должен показать около 3,5 ампер.

Обнаруженная неисправная катушка отключается, затем снимается изоляционная лента и убеждаются в дефектах катушки. После этого приступают к намотке новой, соблюдая внешние размеры прежней, и придавая ей соответствующую форму с тем, чтобы она уложилась на прежнее место и не мешала при сборке машины.

Данные об обмотках возбуждения

Наименование	Сопротивление обмоток в омах	Диаметр проволоки с эмалевой изоляц.	Число витков одной катушки	Примечание
Динамо трактора СТЗ .	около 1,7	1,1 *мм*	105	При перемотке следует подсчитать число витков поврежд. катушки
„ „ „ .	2,6	1,1 „	115	

Работа динамомашины трактора ЧТЗ на разных оборотах

Таблица 1

Работа динамо вхолостую без регулятора, причем конец шунтообмотки от регулятора приключен был на корпус

Число оборотов в минуту	Развиваемое напряжение в вольтах
500	6
750	15
1 000	20

Таблица 2

К шунтообмотке приключено было последовательно добавочное сопротивление около 6 ом

Число оборотов в минуту	Развиваемое напряжение в вольтах
500	0,5
1 100	6
1 300	10
1 400	15

Таблица 3

Работа динамо вхолостую с регулятором

Число оборотов в минуту	Развиваемое напряжение в вольтах
700	6,5
900	7
1 000	7
1 200	7
1 400	7
1 700	7

Таблица 4

Работа динамо с нагрузкой

Число оборотов в минуту	Напряжение в вольтах	Нагрузка в амперах
700	5	10
800	6	15
900	6,5	15
1000	6,5	16
1200	6,5	16
1400	6,5	16
1700	6,5	16

18. Выводы по электрооборудованию тракторов СТЗ и ЧТЗ

1. Мощности динамо трактора СТЗ в 60 ватт и трактора ЧТЗ в 100 ватт могут считаться достаточными только до тех пор, пока еще широко не развернуто использование освещения на прицепных орудиях непосредственно и освещение обрабатываемой площади и прицепных орудий с трактора.

Необходимо отметить, что до сих пор не разработаны еще стандартные системы освещения на сеялках, комбайнах, плугах и другом сельскохозяйственном инвентаре, участвующих в ночных полевых работах с трактором; не указаны мощности ламп, обеспечивающие нормальные условия для выполнения высококачественной работы.

Несомненно, рациональное разрешение этого вопроса будет связано в дальнейшем с увеличением мощности динамо и ее напряжения, хотя бы до 12 вольт (сейчас 6 вольт), так как передача электроэнергии с трактора на комбайн, на сеялки связана с потерей напряжения, а отсюда для нормального горения ламп приходится брать провода сравнительно большого сечения. Возьмем два примера, из которых видна будет выгодность применения динамомашин с напряжением в 12 вольт.

1-й пример. Определить сечение провода при передаче электроэнергии мощностью 40 ватт от динамо трактора СТЗ на расстояние 5 *м*, при напряжении 6 и 12 вольт и потере напряжения в 10%.

При 6 вольтах $q_1 = \frac{200\rho \cdot P \cdot l}{v^0/_0 u^2} = \frac{200 \cdot 0{,}0175 \cdot 40 \cdot 5}{10 \cdot 36} = 2$ *кв·мм*.

При 12 вольтах $q_2 = \frac{200 \cdot 0{,}0175 \cdot 40 \cdot 5}{10 \cdot 144} = 0{,}5$ *кв·мм*.

Для механической прочности проводов придется взять сечение не 0,5 *кв·мм*, а 1 *кв·мм*.

2-й пример. Если бы взяли передачу мощности 60 ватт от динамо трактора ЧТЗ на комбайны, когда расстояние не 5 *м*, а 10 и более, то мы получим еще большую экономию в проводах, применяя напряжение в 12 вольт.

При 6 вольтах $q_1 = \frac{200\rho \cdot P \cdot l}{v^0/_0 u^2} = \frac{200 \cdot 0{,}0175 \cdot 60 \cdot 10}{10 \cdot 36} = 6$ *кв·мм*.

При 12 вольтах $q_1 = \frac{200 \cdot 0{,}0175 \cdot 60 \cdot 10}{10 \cdot 144} = 1{,}5$ *кв·мм*.

Таким образом получаются сечения проводов в 4 раза меньше.

2. Выбор места для крепления динамо как на тракторе СТЗ, так и на тракторе ЧТЗ сделан не совсем удачно, динамомашины расположены возле радиатора и отверстия для заливки масла, вследствие чего при заправках трактора динамо обливаются водой и маслом, что влечет за собой в самом непродолжительном времени неисправности и ремонт (фиг. 91 и 92).

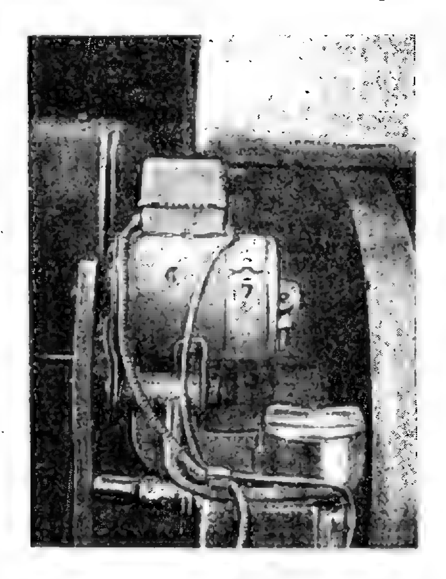
3. Привод для динамо трактора ЧТЗ следует сделать так, чтобы была возможность выключать ее из работы по желанию, иначе она вращается и днем (зубчатая передача), благодаря чему непроизводительно срабатываются подшипники и коллектор.

4. 1760 оборотов динамо трактора ЧТЗ, при 650 оборотах коленчатого вала двигателя, больше чем следует.

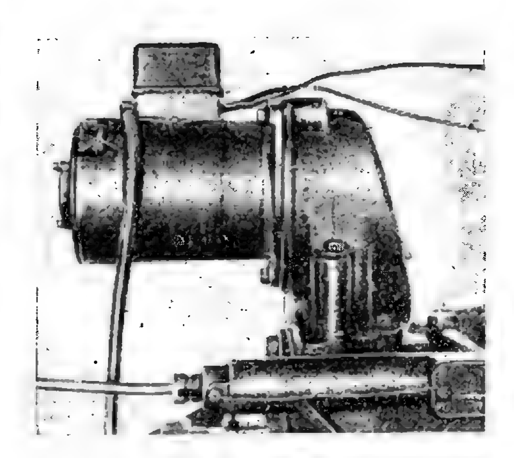
При испытании динамо оказалось, что спокойная работа ее

и регулятора напряжения происходит при 1000—1200 оборотах, стало быть при этих оборотах она будет работать на тракторе в диапазоне 700—1500 оборотов в минуту, что повлечет за собой несомненно меньшую сработку подшипников.

5. Если сделать зазор между нижним контактом и вибрирующей пластинкой регулятора не более 0,3 *мм*, то надобность в тонкой никелиновой обмотке сопротивлением в 70 ом отпадет.



Фиг. 91. Установка динамо, на тракторе СТЗ.



Фиг. 92. Установка динамо на тракторе ЧТЗ.

19. Динамомашина и реле-регулятор фирмы Сцинтилла

Динамо швейцарской фирмы Сцинтилла встречается на наших автомашинах, поэтому рассмотрим устройство реле-регулятора типа DS, конструктивно отличающегося от Бош, причем нашему рассмотрению будет подлежать динамомашина мощностью в 190 ватт, напряжением 12—14 вольт.

Группа обмоток, входящих в состав реле-регулятора, расположена в одном общем железном корпусе, цилиндрической формы с прорезью для выхода концов обмоток, приключаемых к 6 зажимам, обозначенным цифрами: 3—4—5—17—18—27, и установленным на общей подставке с реле-регуляторами.

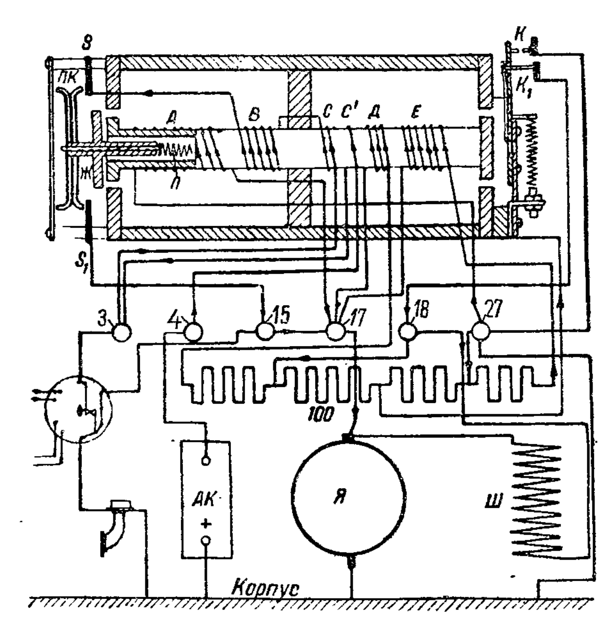
Задачей реле попрежнему является отключение и подключение в известный момент динамомашины, когда напряжение ее будет вполне обеспечивать нормальную работу потребителей. Регулятор напряжения поддерживает постоянство напряжения при разных оборотах динамо. Кроме того, с помощью этого реле-регулятора не допускаются перегрузки динамо током потребителей, а стало быть ограничивается до некоторой степени возможность перезаряде аккумулятора.

На фиг. 93 дана монтажная схема реле-регулятора.

На общем железном сердечнике расположено 6 обмоток, из

которых *А* и *В* слева принадлежат реле, а остальные — *С*, *С'*, *Д* и *Е* расположены справа и принадлежат регулятору напряжения, эти две группы обмоток отделены друг от друга внутри перегородкой.

Рассмотрим сначала работу реле, отметив предварительно соединение динамо и аккумулятора: плюс динамо через корпус приключен к зажиму *27*, а минус к зажиму *17*, плюс аккумулятора приключен на корпус, а минус к зажиму *4*.



Фиг. 93. Схема реле-регулятора Сцинтилла.

Тонкая обмотка реле *А*, сопротивлением в 100 ом, имеющая большое число витков (2600), приключена к контактам *17* и *27*, т. е. к зажимам плюс и минус динамомашины, поэтому всегда находится при работе машины под ее напряжением. Назначение этой обмотки намагничивать сердечник со стороны реле, причем при определенном напряжении динамо железный диск *Ж*, преодолевая сопротивление пружины *П*, расположенной в углублении сердечника, притягивается к последнему, при этом пружинящие контакты *ПК* замыкают пластинки *S* и S_1.

Теперь через толстую обмотку реле *В*, с весьма малым сопротивлением, числом витков *27*, пойдет зарядный ток аккумулятора, дополнительно подмагничивая сердечник со стороны реле, что обеспечивает вполне хорошее соединение пластинок *S* и S_1 через контакт *ПК*.

При зарядке ток от динамо по корпусу через плюс зажим войдет в аккумулятор, затем на зажим *4*, обмотку *С'*, на зажим *3*, обмотку *С*, затем обмотку *В*, на пластину *S*, через контакт *ПК*, пластинку S_1, на зажим *5—17* и через минус щетку обратно в динамо.

Обмотки *С* и *С'* имеют по одному витку, о назначении их будет сказано ниже.

Когда напряжение динамо станет ниже напряжения аккумулятора (например при понижении числа оборотов динамо), ток из аккумулятора пойдет в динамо в обратном направлении, по сравнению с током заряда; в этом случае обмотка *В* будет размагничивать сердечник со стороны реле, пружина *П* отбросит железный диск *Ж*, а вместе с этим и контакт *ПК*, пластины *S* и S_1 окажутся разом-

кнутыми. Так с помощью реле динамо будет отключена от потребителей.

Теперь разберем работу регулятора напряжения.

На сердечнике, со стороны регулятора напряжения, расположены 4 обмотки, из них 2 — *Д* и *Е* из тонкой проволоки.

Обмотка *Е* имеет сопротивление около 4 ом и содержит 720 витков, являясь основной намагничивающей обмоткой регулятора. Приключена она к зажимам *27* и *17*, т. е. к зажимам динамомашины, через постоянное сопротивление 40 ом.

Вторая тонкая обмотка *Д*, сопротивлением 2,3 ома, содержит около 200 витков и играет двоякую роль: то подмагничивает сердечник, когда контакты *К* и $К_1$ регулятора сомкнуты, то размагничивает его при разомкнутых контактах. Приключена эта обмотка к зажимам *18* и *17*, т. е. параллельно по отношению к шунтобмотке, через добавочное сопротивление в 45 ом.

Между отмеченными сопротивлениями 45 и 40 ом включены еще сопротивления 100 и 15 ом, назначение которых будет выяснено сейчас при рассмотрении работы регулятора. Все эти сопротивления обернуты пресшпаном и расположены под основанием реле-регулятора.

В прежних реле-регуляторах Сцинтилла не было такого числа вынесенных сопротивлений, было только одно 120 ом, приключенное к зажимам *18* и *27*. Зато обмотки *Д* и *Е* обладали значительно большими сопротивлениями, чем теперь, и при прохождении через них тока больше нагревались ($Q = 0{,}24 I^2Rt$ м. к.), благодаря чему происходили часто замыкания между витками, а ремонтировать обмотки в этих регуляторах дело далеко не легкое. Кроме того, путем подбора выносных сопротивлений возможно одно и то же реле приспособить к динамомашинам разных мощностей, что, конечно, является положительным моментом, особенно при массовом производстве реле-регуляторов.

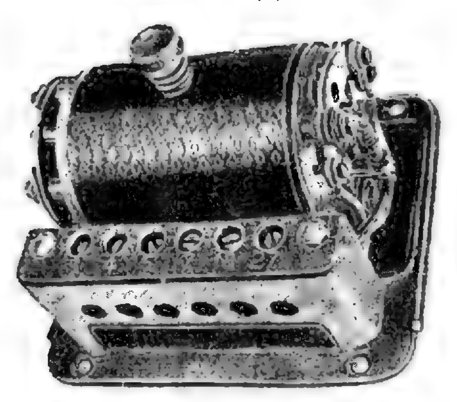
Когда контакты регулятора напряжения *К* и $К_1$ сомкнуты, ток возбуждения проходит так: с корпуса на зажим *27*, с него на контакт *К*, затем через сомкнутые контакты $К_1$ в обмотки возбуждения, а из них обратно в динамо. Обмотки *Д* и *Е* намагничивают сердечник со стороны регулятора.

Как только напряжение динамо, например при увеличивающихся оборотах, превзойдет нормальную величину, намагниченный сердечник притянет пластинку и разомкнутся сначала контакты *К*, тогда ток в обмотки возбуждения пойдет: с *27* зажима через сопротивление 15 ом на вибрирующую пластинку регулятора, через сомкнутые контакты $К_1$, на зажим *18* и в обмотки возбуждения. Ток возбуждения при этом уменьшится, магнитное поле в динамо ослабнет и напряжение приблизится к нормальной величине.

При новом увеличении напряжения динамо намагниченный сердечник притянет пластинку настолько, что разомкнутся контакты $К_1$ и ток возбуждения пойдет: с *27* зажима через сопротивления 15 и 100 ом, на зажим *18* и в обмотки возбуждения. Произойдет уменьшение магнитного потока, а вместе с этим и снижение напряжения до нормальной величины (12—13 вольт). При разомкнутых контактах *К* и $К_1$ ток возбуждения значительно уменьшается, а так как шунтобмотка обладает индуктивностью, то возникнет э.д.с.

самоиндукции, которая при спадании тока имеет то же направление, поэтому в замкнутой цепи: шунтобмотка, зажим *17*, обмотка *Д*, сопротивление 45 ом и зажим *18* появится ток самоиндукции, проходя по обмотке *Д* в направлении противоположном, чем намагничивающий ток, вследствие чего произойдет размагничивание, пластинка с контактами займет прежнее положение и контакты *К* и $К_1$ вновь сомкнутся.

С одной стороны, наличие двух контактов *К* и $К_1$, с другой — включение шунтобмотки последовательно с обмоткой *Д* в моменты появления наибольшей э.д.с. самоиндукции, создают ступенчатую плавную регулировку и в то же время безискровую.



Фиг. 94. Общий вид реле-регулятора Сцинтилла.

Благодаря вибрации пластинки с контактами *К* и $К_1$ получается поддержание напряжения, при разных нагрузках и оборотах, в нормальных пределах.

В заключение следует сказать об обмотках *С* и *С'*, по одному витку каждая. Через виток *С'* проходит зарядный ток аккумулятора, а через виток *С* с зажима *3* про ходит ток потребителей и аккумулятора. При больших нагрузочных токах, идущих от динамо, сердечник со стороны регулятора заметно подмагничивается, происходит притягивание вибрирующей пластинки, напряжение динамо при этом уменьшается, а вместе с этим уменьшается нагрузочный ток динамо, предохраняя его от чрезмерного нагрева, а аккумулятор от перезаряда.

Данные об обмотках реле-регулятора Сцинтилла

Обозначения обмоток	Название обмоток	Сопротивление в омах	Диаметр проволоки в *мм*	Число витков	Изоляция
A	Тонкая обмотка реле	100	0,21	2600	Эмалирован.
B	Толстая обмотка реле	0,1	2,4	27	Двойн. бум.
C	Толстая обмотка		2,4	1	„
C'	„		2,4	1	„
D	Вспомогательная обмотка регулятора	2,3	0,42	720	Эмалирован.
E	Основная обмотка регулятора	4	0,42	200	„

Регулировка регулятора напряжения несложна — путем отвинчивания и завинчивания гаечки *2* изменяется натяжение пружины, связанной с вибрирующей пластинкой.

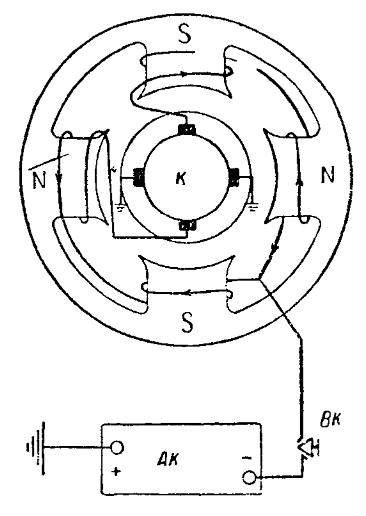
Регулировка со стороны реле производится путем завинчивания или отвинчивания винта, ослабляющего или сжимающего пружину *П*.

Реле-регулятор Сцинтилла считается в работе более надежным и в регулировке более простым по сравнению с реле-регулятором Бош. На фиг. 94 представлен общий вид регулятора Сцинтилла.

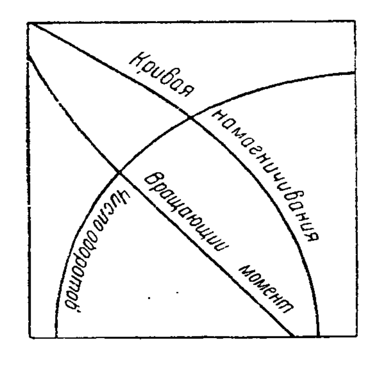
XIII. СТАРТЕРЫ

Стартером называется электромотор постоянного тока, служащий для пуска в ход двигателя автомобиля или трактора. Тракторные двигатели в подавляющем большинстве запускаются от руки, автомобильные же от стартера.

Электромоторы работают на принципе превращения электрической энергии в механическую, причем электрическую энергию для



Фиг. 95. Электрическая схема 4-полюсного стартера.



Фиг. 96. Характеристика мотора с последовательным возбуждением.

пуска двигателя в ход стартеры получают от аккумуляторной батареи.

Пуск стартером происходит следующим образом: на удлиненный конец вала якоря насаживается шестерня, которая при вращении якоря приходит в сцепление с зубьями на маховике двигателя и приводит во вращение коленчатый вал.

При пуске двигателя величина момента сопротивления меняется, поэтому и крутящий момент стартера должен соответствующим образом изменяться. Самым подходящим для пуска двигателя является электромотор (стартер) с последовательным возбуждением, иначе называемый сериес-мотор (фиг. 95).

В сериес-моторах ток возбуждения равен току якоря ($I_в = I_я$), поэтому с увеличением нагрузки одновременно с ростом тока якоря ($I_я$) будет расти и магнитный поток Ф.

При пуске автомобиля или трактора приходится преодолевать большие инерционные силы двигателя, а с увеличением нагрузки, как мы отметили, растет $I_я$ и Ф, вследствие чего вращающий момент стартера получает значительную величину, так как он зависит:

$$M_{вр} = CI_я\Phi,$$

где C — коэфициент постоянный для данного мотора;

$I_я$ — сила тока якоря и Ф — магнитный поток полюсов.

Сериес-моторы отличаются тем, что обладают большим начальным моментом. С увеличением нагрузки сериес-моторы уменьшают обороты и увеличивают вращающий момент. На фиг. 96 даны основные характеристики моторов.

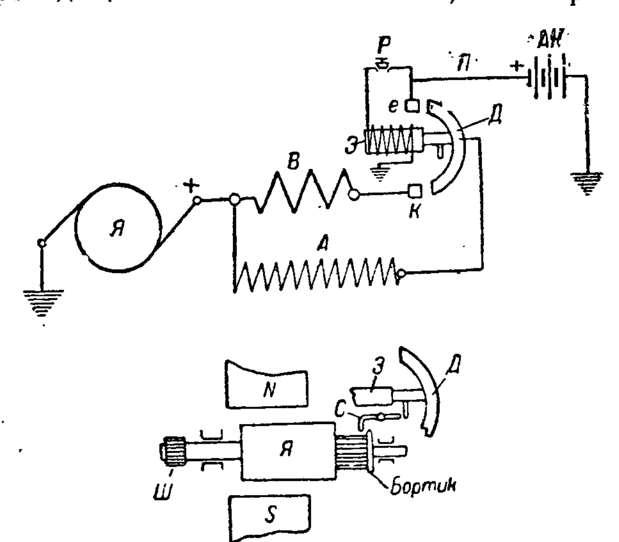
Стартеры бывают двух основных видов:

1) с передвижным якорем;

2) с шестерней Бендикса.

1. Стартеры с передвижным якорем

Работа стартера с передвижным якорем заключается в том, что в момент пуска двигателя якорь втягивается магнитным полем, создаваемым током, проходящим по обмоткам магнитов, и шестерня сидящая на конце выступающего вала, входит в зацепление с зубцами на ободе маховика. Чтобы не было резких ударов зубьев ведущей шестерни о зубья на маховике в момент сцепления, применяют дополнительную обмотку на магнитах стартера.



Фиг. 97. Схема электрической проводки в стартере с передвижным якорем.

Работу стартера разберем по схеме, изображенной на фиг. 97.

АК — аккумуляторная батарея, положительный полюс которой соединен на корпус;

Э — электромагнит, включающий стартер в работу, для чего кнопка *Р* замыкается;

А — тонкая обмотка на магнитах;

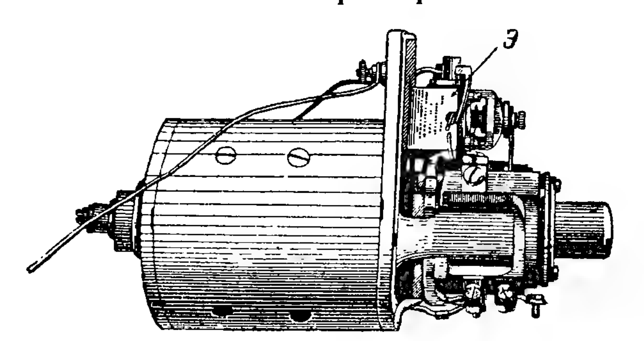
В — толстая последовательная обмотка;

Я — якорь.

Одно плечо замыкающей части электромагнита короче другого. Как только кнопкой *Р* обмотка электромагнита будет включена, сейчас же сердечник его втянется, и замкнется сначала короткое плечо

медной дуги *Д*. Ток из аккумуляторной батареи будет проходить теперь не только через обмотку электромагнита, но и через тонкую обмотку стартера так: от плюс батареи по корпусу в якорь, через тонкую обмотку *А*, контакт *е* и по проводу возвратится обратно в аккумуляторную батарею.

Ввиду большого сопротивления обмотки *А* через якорь пройдет ток незначительной силы, вследствие чего якорь получит небольшое число оборотов. Магнитным полем, созданным током обмотки *А*, якорь втянется, переместится в сторону к маховику, и шестерня стартера плавно, без сильных ударов, придет в сцепление с маховиком. Как только якорь переместится влево (фиг. 97), он своим выступом-бортиком нажмет на рычаг *С* и тем самым освободит сердечник электромагнита *Э*, который теперь втянется еще больше и замкнет второе длинное плечо замыкателя с контактом *К*, открывая путь току батареи через толстую обмотку стартера *В*, обладающую малым сопротивлением. Ток большой силы пойдет через якорь *Я*, обмотку *В*; получится значительный вращающий момент, и двигатель автомобиля или трактора будет пущен в ход. Затем кнопка выключается, пружина отбрасывает сердечник электромагнита, размыкая цепь стартера, а пружина на валу якоря отбросит его в первоначальное положение, и шестерня выйдет из зацепления.



Фиг. 98. Общий вид стартера с передвижным якорем.

Стартеры работают кратковременно — только во время пуска, поэтому они и рассчитаны соответственным образом и включаться на продолжительную работу не должны, так как за этим следует перегрев обмоток и потеря мощности. Сила тока, протекающего по обмоткам стартера, достигает при пуске в среднем 150—200 ампер. Поэтому пользование стартером ограничено, и частые включения его, когда двигатель не запускается, вредно отражаются не только на самом стартере, но и на аккумуляторной батарее, ибо быстро разряжают ее.

В таких случаях следует прежде найти и устранить неисправность в отдельных частях двигателя и тогда только делать попытки вновь запускать его.

Проведенные испытания в лаборатории „Дженерал Электрик Компани" (США) показали, что для пуска теплого мотора (через 5 минут после останова) зимой затрачивалось энергии аккумуляторной батареи — 350 ампер-секунд, сила тока при этом равна была 175 амперам, пуск продолжался 2 секунды (175×2), напряжение аккумуляторной батареи падало с 6,6 до 5,1 вольта.

Для пуска этого же двигателя у автомобиля, простоявшего ночь при температуре $+2°C$, потребовалось электроэнергии от аккумулятора 2100 ампер-секунд, сила тока при этом равнялась 225 амперам

пуск продолжался 9 с лишним секунд, а напряжение батареи падало до 4,2 вольта.

Такое понижение напряжения на зажимах батареи затруднит в дальнейшем пуск двигателя, так как при батарейной системе зажигания для воспламенения пусковой рабочей смеси при остывшем двигателе необходимое минимальное напряжение должно быть около 5 вольт.

В таблице 5 указаны данные о стартерах фирмы Бош.

На фиг. 98 дан общий вид стартера с передвижным якорем.

Таблица 5

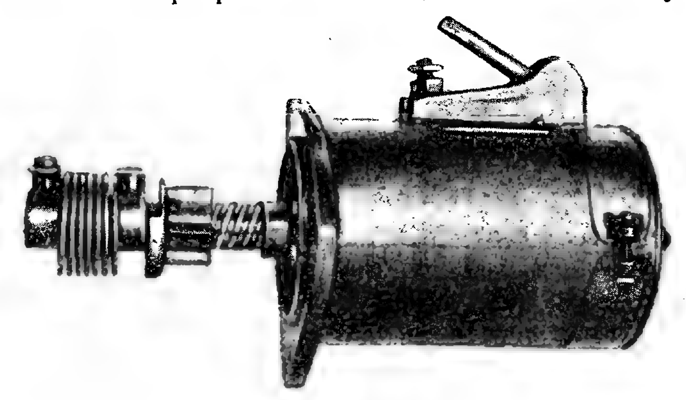
Данные о стартерных двигателях фирмы Бош

Тип двигателя	Внешний диаметр в *мм*	Мощность в *л. с.*	Напряжение в вольтах	Число зубьев шестерни	Потребная емкость батареи в ампер-часах	При максим. нагрузке		
						л. с.	Момент в *кгм*	Число оборотов в минуту
BG $\frac{0{,}4\,L}{6\,R}$ 1 Z 7	100	0,4	6	7	50	0,47	0,22	1550
					60	0,52	0,23	1600
BG $\frac{0{,}6\,L}{12\,R}$ 3 Z 7	100	0,6	12	7	30	0,75	0,30	1800
					40	0,85	1,34	1800
BG $\frac{0{,}6\,L}{12\,R}$ 3 Z 8	100	0,6	12	8	60	1,00	0,38	1900
BG $\frac{0{,}6\,L}{12\,R}$ 2Z11	100	0,6	12	11	30	0,68	0,65	740
	100				40	0,78	0,75	740
BJ $\frac{1{,}2\,L}{12\,R}$ 3 Z 8	112	1,2	12	8	40	1,1	0,55	1400
BJ $\frac{1{,}2\,L}{12\,R}$ 3 Z 9	112	1,2	12	9	60	1,3	0,70	1350
BJ $\frac{1{,}2\,L}{12\,R}$ 3Z11	112	1,2	12	11	80	1,6	0,90	1300
BP $\frac{2{,}8\,L}{12\,R}$ 1Z11	150	2,8	12	11	80	2,7	2,25	875
BP $\frac{2{,}8\,L}{12\,R}$ 1Z13	150	2,8	12	13	100	3,00	2,25	975

2. Стартеры с шестерней Бендикса

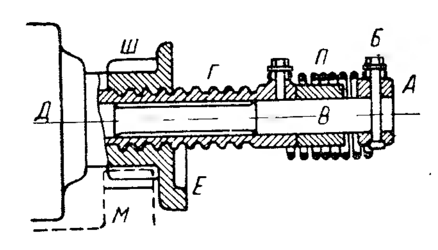
В стартере с шестерней Бендикса якорь не перемещается, как в рассмотренном выше, а имеет удлиненный конец вала с винтовой нарезкой, по которой перемещается шестерня, зацепляющаяся

с зубьями на маховике. Общий вид такого стартера изображен на фиг. 99. Этот стартер также с последовательным возбуждением.



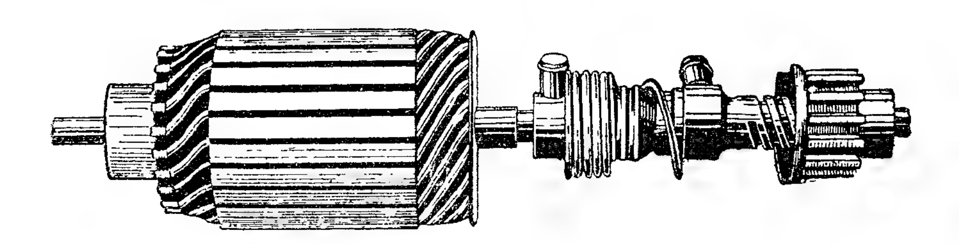
Фиг. 99. Общий вид стартера с шестерней Бендикса.

Разберем как устроено и работает приспособление Бендикса на стартере, установленном на автомобиле ГАЗ (фиг. 100).



Фиг. 100. Разрез сцепления Бендикса.

На удлиненный вал *В* стартера насаживается гильза *Г* с винтовой нарезкой и втулка *А*, закрепленная болтом *Б*. Гильза *Г* и втулка *А* соединены между собой пружиной *П*. На гильзе *Г* сидит шестерня *Ш*, как гайка на болте, причем центр тяжести шестерни смещен — не лежит на оси вала, так как шестерня имеет прилив *Е*; это сделано для того, чтобы при вращении якоря стартера, а вместе с ним и удлиненного конца вала *В*, шестерня перемещалась в осевом направлении, совершая поступательные движения, приближаясь для сцепления к маховику. Как только двигатель заработает, шестерня



Фиг. 101. Якорь с шестерней Бендикса.

будет отброшена назад, выйдя из зацепления с маховиком. Происходит это вследствие того, что маховик, обладая большим числом оборотов и значительным диаметром по сравнению с диаметром шестерни, развивает бóльшую окружную скорость, превосходящую скорость вращения шестерни, почему она получит вращение от

Таблица 6

Стартеры, изготовляемые в СССР на заводе АТЭ электрокомбината в Москве

Данные	Марка стартера		
	МАФ 4106	МАФ 4107	СМТ 4571
Мощность	0,9	0,9	6,0
Напряжение	6	6	24
Сторона вращения	Правая		
Метод включения	Бендикс		Эл.-магн.
Число зубцов шестерни	10	11	9
Вес в *кг*	9,1	11,0	27,4
Холостой ход			
Сила тока	70	70	50
Обороты	2700	2700	4800
Максимальная мощность			
Напряжение	4,5	4,5	16,8
Сила тока	300	300	600
Батарея	3СТ 16/V	3СТ 16/V	2×6СТ 16/III
Полюса			
Число полюсов	4	4	4
Якорь			
Число пазов	23	23	31
Щетки			
Число щеток	4	4	4
Длина	19,2	19,2	36
Ширина	8,8	8,8	12
Обмотка якоря			
Число секций	23	23	31
Число витков в секции	1	1	1
Размеры провода	2,5 × 4,2	2,5 × 4,2	3,4 × 6,8
Средняя длина 1/2 витка	145	145	200
Шаг по пазу	1—7	1—7	1—8
Шаг по коллектору	1—13	1—13	1—16
Вес меди якоря	0,650	0,650	2,600
Число катушек возбуждения	4	4	Сер. I—2 „ II—8 „ III—2
Число витков в катушке	5 1/2	5 1/2	Сер. I—13 „ II—18 „ III—138
Размеры проводов	1,8 × 6,9	1,8 × 6,9	1,8 × 11,6 ∅ — 1,35 ∅ — 0,74
Средняя длина витка	290	290	Сер. I—360 „ II—300 „ III—410
Вес меди возбуждения	0,75	0,75	1,95 0,450 0,450

Таблица 7

Таблица генераторов, изготовляемых в СССР

Марка машины / Данные	ГБФ 4105	ГВЗ 4106	ГБТ	ГА4 4101	ГАЗ 4101
Общие					
Мощность	60—80	60—80	65	100	180/225
Напряжение	6—8	6—8	6	6	12/15
Сторона вращения	Правая		Левая	Правая	
Длина общая	201,3	306	201,3	279,5	348
Диаметр	116,5	116,5	116,5	129	139,7
Вес	7,4	8,6	7,4	10,5	16,5
Начальн. обор. холостого хода	650—700 1600—1700	— —	670—730 1000—1100	575—625 725—800	610—775 1550—1800
Якорь					
Число пазов	14	14	14	17	21
Форма паза	Прямой			Косой	
Полюса					
Число полюсов	2	2	2	4	4
Коллектор					
Число пластин	28	28	28	33	41
Щетки					
Число щеток	3	3	2	3	3
Длина щеток	20	20	20	22	24
Ширина	1 и 2-я —7; 3-я —5,6	1 и 2-я—7; 3-я —5,6	7	1 и 2-я —7; 3-я — 5	10
Обмотка якоря					
Число секций	28	28	28	33	41
Число витков в секции	6	6	6	6	4
Диаметр провода	1,16	1,16	1,16	1,16	1,62
Марка провода	ПЭБО				ПБД
Средняя длина витка	130	130	130	155	168
Шаг по пазам	1—7	1—7	1—7	1— 5	1— 6
Шаг по коллектору	1—2	1—2	1—2	1—17	1—21
Вес меди якоря	0,413	0,413	0,413	0,630	1,030
Обмотка возбуждения					
Число катушек	2	2	2	Ш4 и С4	4
Число витков в одной катушке	100	100	135	120	150
Диаметр провода	1,16	1,16	1,0	0,93; 0,37 × 8,26	1,0
Марка провода	—	—	ПЭЛ	—	—
Средняя длина витка	310	310	310	280—218	256
Вес меди	0,582	0,582	0,586	0,8 + 0,19	1,20
Величина воздушных зазоров	0,3	0,3	0,425	0,5	—
Где устанавливается	ГАЗ	ЯЗ ЗИС	Тракторы Харьковского завода	Тракторы Челябинского завода без 3-й щетки и сериес обмотки	Автобусы

маховика и, как гайка, будет навинчиваться на гильзу, отходя в первоначальное положение.

Пружина *П* при включении и выключении шестерни смягчает удары. Она бывает насажена или на конце вала, как в данном случае, или же у заднего подшипника (фиг. 101). Кроме того, она сохраняет конец выступающего вала от возможного скручивания при заедании шестерни.

Стартеры с шестерней Бендикса имеют большее распространение, чем стартеры с передвижным якорем. В отношении пуска предъявляются те же требования, что и к стартерам с подвижным якорем. В таблице 6 указываются данные о стартерных двигателях, выпускаемых заводом АТЭ Электрокомбината в Москве, причем в первых двух графах указаны марки стартеров, устанавливаемых на автомобилях ГАЗ, ЗИС (АМО) и ЯЗ.

XIV. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ

Вопросы рационального освещения прицепных с.-х. орудий еще достаточно не разработаны. Это несомненно объясняется большими трудностями и неудобствами передачи электрической энергии от источника — динамомашины, расположенной на тракторе, к с.-х. орудиям.

Мы здесь затрагиваем пока один вопрос — освещение сеялок, вопрос чрезвычайно важный, так как известно, какие жесткие сроки устанавливаются агротехникой для операции посева, а это вызывает необходимость работать иногда в ночное время.

Вопрос об освещении с.-х. орудий можно поставить таким образом.

1. Освещение орудия непосредственно с трактора.

2. Установка источника света на самом с.-х. орудии.

Говорить об освещении сеялок непосредственно с трактора не приходится, ибо при работе необходимо тщательно следить за работой высевающего аппарата, который расположен так, что может быть освещен источником света, только установленным на сеялке. Такое расположение источника вызывает передачу электроэнергии с трактора по проводам на каждую сеялку в отдельности, где устанавливается переносная лампа со шнуром 2—3 *м* длиной.

Провода, проложенные по сцепке, часто рвутся, длинный шнур на переносную лампу путается и рвется, при отцепках агрегата соединяющие провода также рвутся. Кроме всего приходится применять провода значительного сечения до 6 *кв. мм* при таком низком напряжении, как 6 вольт.

Во время посевных работ на экспериментальном участке ЦОМ (Учебно-опытный совхоз № 2) была поставлена работа по освещению агрегата из 5 сеялок с целью проверки и выявления, с одной стороны, необходимой мощности источника света на каждую сеялку и, с другой, возможности работы при некоторых конструктивных улучшениях в проводке.

Для этого было сделано следующее.

1. Соединение проводов, идущих с трактора на сцепку, осуществлялось через штепсельную розетку, причем при отсоединении сцепки от трактора провода не рвались, а штепсельная вилка вынималась сама собой.

2. Соединение проводов между сцепкой и сеялками осуществлено также через штепсельные розетки.

3. Самое главное удобство, внесенное в обслуживание сеялки, это устройство вдоль ящика сеялки скользящего контакта, к которому присоединялась переносная лампа со шнуром длиной 0,5 *м*. Обслуживающий сеялку, контролируя работу высевающего аппарата, перемещался по площадке вдоль сеялки с переносной лампой, имеющей короткий шнур, и не было случая на всех 5 сеялках, чтобы шнур цеплялся.

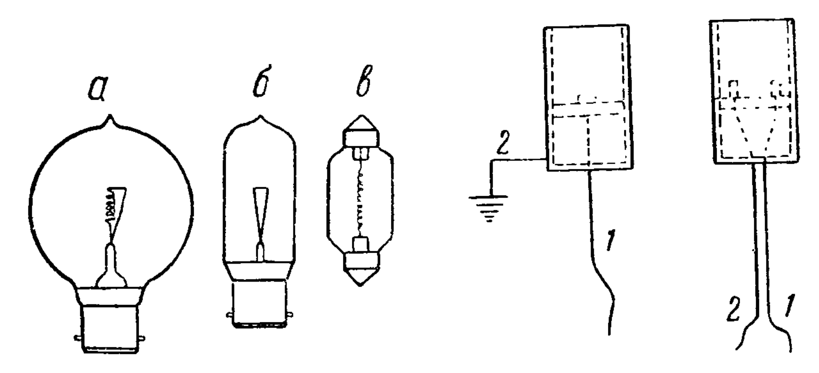
Применяемые лампы мощностью 10 ватт оказывались более или менее достаточными при условии снабжения их козырьками, отбрасывающими свет на сеялку, тогда обслуживающий сеялку не ослеплялся и находился в тени, а свет в основном концентрировался в местах просмотра.

Конечно, мощность динамо в 100 ватт трактора ЧТЗ недостаточна для создания хорошего освещения обрабатываемой площади и сеялок. Для сохранения проводки последняя на сцепки была проложена в сделанных канавках, которые были забиты фанерой. Это мероприятие несомненно сохранит провода от механических повреждений и даст более бесперебойную работу освещения.

Система проводки по сцепке 2-проводная, на сеялках вместо одного провода можно воспользоваться металлическими частями. Лампы необходимо защищать от механических повреждений железной сеткой, устанавливаемой так, чтобы в случае необходимости можно было быстро сменить лампу.

1. Электрические лампы

Электрическая лампа состоит из стеклянного баллона, в котором помещена металлическая нить накаливания с выведенными



Фиг. 102. Типы ламп.

Фиг. 103. Патроны.

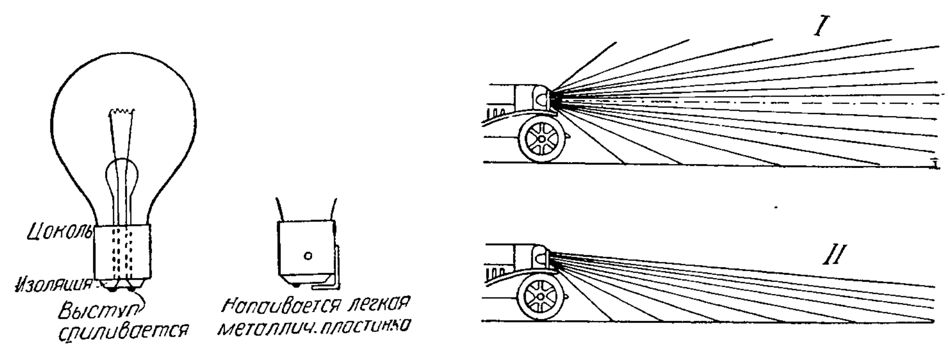
концами на цоколь. Воздух из стеклянного баллона выкачивается для сохранения нити от перегорания. Кроме пустотных ламп, применяются еще газонаполненные (азотом, аргоном).

По форме баллона различают шарообразные, пальцеобразные и плафонные лампы (фиг. 102).

Наиболее употребительное напряжение 6 и 12 вольт. Производство таких ламп налажено на наших союзных заводах. Электри-

ческие лампочки своим цоколем вставляются в патрон, который проводами соединяется с источником электрической энергии. Как лампы, так и патроны бывают одноконтактные и двухконтактные. К двухконтактному патрону подходят два провода, а к одноконтактному—один; другой провод заменяется корпусом самого патрона (фиг. 103).

Иногда из двухконтактной лампы приходится делать одноконтактную. Тогда один из выступов на цоколе спиливается, и напаивается легкая металлическая пластинка, как указано на фиг. 104.



Фиг. 104. 2-контактная электрическая лампа.

Фиг. 105. Направление светового потока.

2. Арматура

Для создания необходимого освещения при передвижении трактора и автомобиля в ночное время электрические лампы помещаются в соответствующую арматуру.

На тракторах спереди и сзади устанавливаются фары, причем первые освещают путь при передвижении, а вторые освещают прицепные орудия. Установленные на прицепных орудиях лампы заключаются в железные абажуры для направления светового потока в определенное место и защиты лампы от внешних повреждений.

На автомобилях устанавливаются главные фары, подфарки, прожектор, номерной фонарь, стоп-сигнал, контрольная лампа, плафон для освещения кабинки пассажиров и переносная лампа.

Фары устанавливаются спереди и служат для освещения дороги, причем для отбрасывания света на большое расстояние внутренняя вогнутая поверхность их посеребрена. Для рассеивания света и освещения краев дороги применяют рифленые стекла, закрывающие фару.

Сильное освещение на большое расстояние допустимо при загородной езде; в городах, для избежания ослепляющего действия на пешеходов и шофера встречной машины, световой поток должен быть направлен иначе (фиг. 105).

Изменение направления светового потока достигается лампой специальной конструкции с двумя нитями. Одна нить помещена в фокусе рефлектора, другая смещена, почему и отбрасывает косые лучи. Изменение светового потока достигается также наличием

двух ламп в фаре, из которых одна помещена в фокусе, а другая, менее мощная, — вне фокуса.

Кроме того, для изменения направления светового потока применяют еще подфарки, расположенные ниже главных фар. Для освещения местности служит прожектор, который можно поворачивать в различные направления.

Номерной фонарь и стоп-сигнал помещаются сзади автомобиля, иногда они объединяются в одну общую арматуру. Контрольная лампа расположена на щитке кабинки шофера.

На берлинской автомобильной выставке в 1934 г. демонстрировалась новая лампа Билкус типа S. Усовершенствованием в этой лампе является прежде всего увеличение дальности освещения на 10%; ширина освещаемой поверхности увеличена до 21 *м* (раньше она не превышала 16,5 *м*), что несомненно дает лучшую ориентацию в ночное время при въездах в гаражи, на перекрестках улиц и т. д.

Особо следует отметить хорошее затемнение лампы, в результате ослепляющее действие ее сведено к минимуму.

Таблица 8

Данные об автомобильных лампах, стандартизируемых в СССР

Форма исполнения	Нормальное напряжение в вольтах	Номинальная мощность в ваттах	Средняя сферическая сила света в свечах	Световой поток в люменах	Удельное потребление мощности в ваттах на свечу	Назначение ламп
Шаровидная	6	5	3,3	41,5	1,52	Задний фонарь (сигнальная)
	6	10	7,5	94,5	1,33	Внутреннее освещение
	6	25	25,0	314	1,00	Освещение фарами и внутреннее
	12	5	3,5	44	1,43	Задний фонарь (сигнальная)
	12	10	8,0	100	1,25	Внутреннее освещение.
	12	25	28,0	354	0,89	Освещение фарами и внутреннее
	12	35	40,0	502	0,87	Освещение фарами (загородный автобус)
Пальцеобразная	6	5	2,5	31,5	2,00	Внутреннее освещение автомобиля
	6	10	5,0	63,0	2,00	"
	12	5	2,5	31,5	2,00	"
	12	10	5,0	63,0	2,00	"
Плафонная	6	10	5,0	63,0	2,00	Внутреннее освещение автомобиля
	12	10	5,0	63,0	2,00	

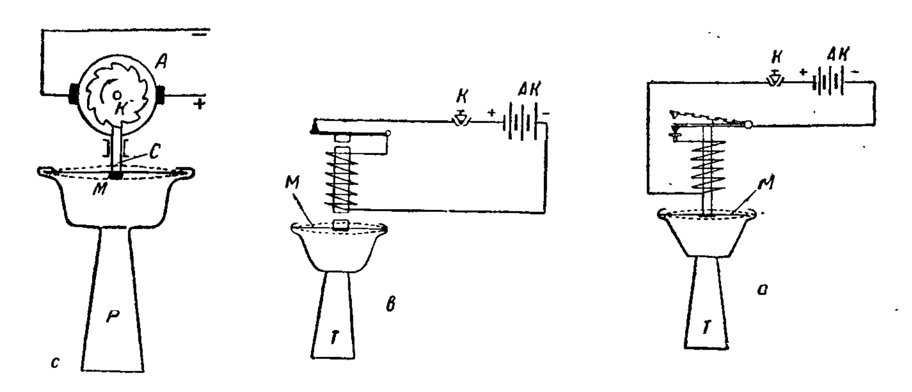
3. Электрические сигналы

Моторный сигнал состоит из электромотора постоянного тока, с последовательным возбуждением, на удлиненный вал которого насажено колесо *К*. При замыкании цепи (фиг. 106) электромотор придет во вращение, а вместе с ним и колесо *К*, которое будет

перемещать валик *C*, и соединенная с ним мембрана придет в колебательное движение. Колебания мембраны создают звук (сигнал), направляемый через раструб *p*.

Электромагнитные сигналы. Сигналы этого типа бывают с подвижным (*a*) и неподвижным (*b*) сердечником катушки (фиг. 107).

Прерыватель замыкает и размыкает цепь катушки, благодаря чему железный сердечник ее то намагничивается, то размагничивается. При намагничивании (*a*) сердечник будет притягивать якорь вместе с мембраной *M*. Катушка (*b*) будет втягивать сердеч-



Фиг. 106. Электромоторный звуковой сигнал.

Фиг. 107. Электромагнитный сигнал.

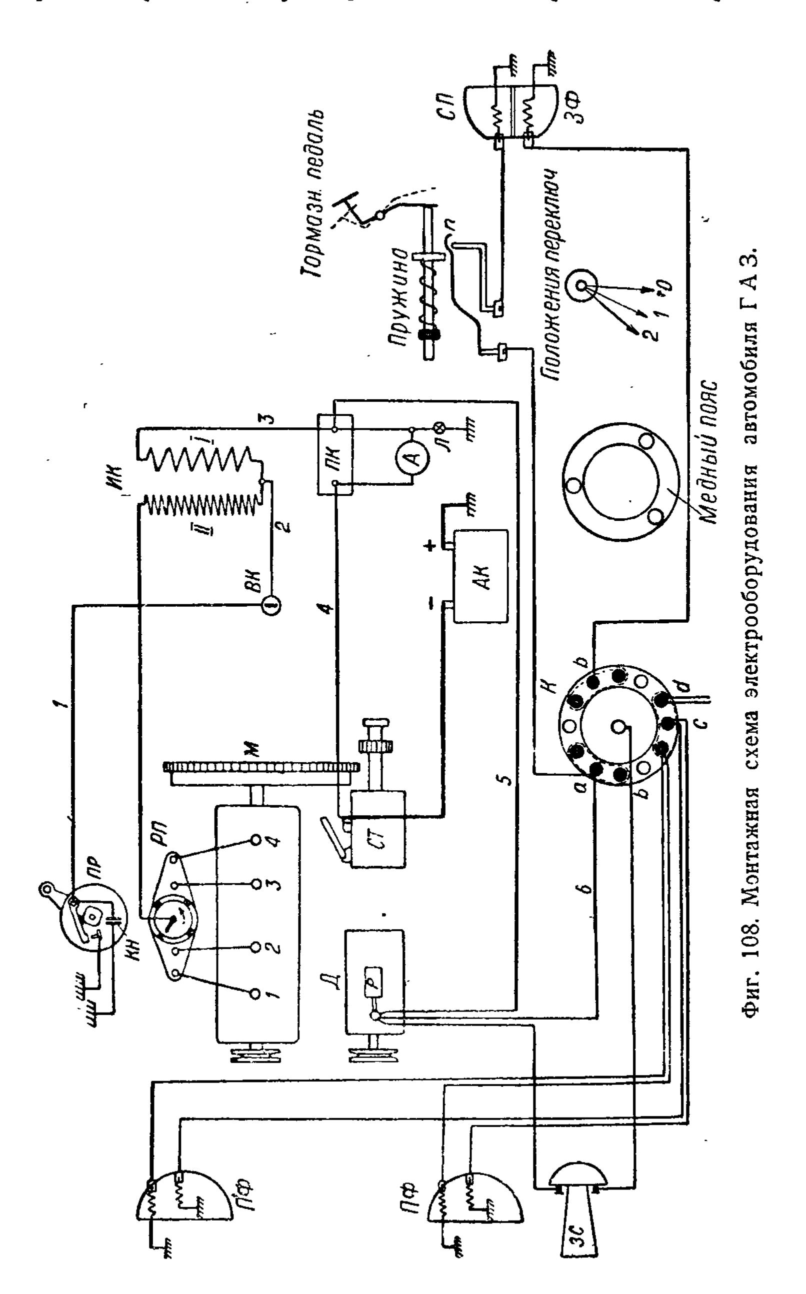
ник, связанный с мембраной. В обоих случаях мембрана приходит в колебательное движение, издавая звуки. Паралелльно контактам прерывателя включается конденсатор.

4. Монтажная схема электрооборудования автомобиля ГАЗ (фиг. 108).

Перечислим все объекты электрооборудования, входящие в эту схему (фиг. 110): *Д* — динамомашина, *АК* — аккумулятор, *ИК* — бобина, *ПР* — *РП* — прерыватель и распределитель, *ВК* — выключатель, *ПК* — переходная коробка, *А* — амперметр, *СТ* — стартер.

Система освещения: *ПФ* — передние фары, *ЗФ* — задний фонарь, *СТ*—стоп-сигнал, которые объединены в одном общем корпусе, *ЗС* — звуковой сигнал, *К* — переключатель, представляющий диск из изоляционного материала, на котором смонтированы контакты; провода от потребителей припаиваются с одной стороны диска, а с другой имеются металлические небольшие гнезда, в которые попадают 3 выступа медного пояса, приводящегося в движение с помощью рычага, расположенного на рулевой колонке. Переключатель заключен в коробку, предохраняющую его от повреждений. К трем объединенным контактам *a* приключается провод от динамо *6* и стоп-сигнал *7*, к трем объединенным контактам *b* приключается провод от заднего фонаря (номерной), к контакту *в* приключаются два провода (зеленого цвета) от передних фар, соединяющие лампы для езды по городу и стоянки, к контакту *c* приключены

центральные лампы передних фар (провода красного цвета). К центральному контакту переключателя приключен провод от



Фиг. 108. Монтажная схема электрооборудования автомобиля ГАЗ.

звукового сигнала, другой провод которого идет на зажим динамо-машины. Включение сигнала производится нажатием кнопки.

Проследим токопрохождение к отдельным потребителям.

Рукоятка переключателя в правом положении. Ток по корпусу проходит, скажем, в верхнюю лампу, по зеленому проводу — на

контакт переключателя *в*, по медному поясу на контакты *а*, по проводу *б* на зажим динамомашины, затем на переходную коробку и через амперметр по проводу стартера в аккумулятор, в случае питания от аккумулятора.

Стоп-сигнал. При нажатии на педаль (тормозную) пружина специального выключателя (небольших размеров) перемещает вправо стержень, а вместе с этим выступ, нажимающий на верхний контакт *п*, и цепь замыкается.

Наконец, разберем токопрохождение при замыкании цепи звукового сигнала. При нажатии кнопки ток поступает с корпуса на центральный контакт переключателя, затем в обмотки сигнала, на зажим динамо, переходную коробку, амперметр, по стартерному проводу обратно в аккумулятор. Если потребитель питается от динамомашины, то и ток, конечно, возвращается в динамо.

Обслуживание электрооборудования на автомобилях ГАЗ.

При работе автомобиля прерыватель-распределитель следует проверять один раз в декаду. Сырость и грязь как снаружи, так и внутри его должны быть удалены смоченной в бензине тряпкой, а затем все протерто сухой тряпкой.

Если контакты прерывателя загрязнены или сработаны, то зажигание нормально работать не будет, так как сопротивление первичной цепи увеличивается, и ток низкого напряжения не достигнет в катушке такой величины, чтобы создать необходимое магнитное поле.

Спиливать контакты прерывателя напильником нельзя. Следует зачищать их мелкой шкуркой. Увеличение зазора между контактами выше 0,55—0,6 *мм* не дает возможности нарастания тока первичной обмотки до необходимой величины, так как контакты оказываются замкнутыми недостаточное время. Зазор должен быть примерно 0,45—0,55 *мм*.

Следует отметить случаи повреждения конденсатора. Повреждение заключается в пробивке изоляции конденсатора током; чаще это бывает на грузовых автомобилях. При перегреве двигателя (например недостаток охлаждающей воды) нагревается и чугунная чашка прерывателя-распределителя, в который заложен конденсатор. От перегрева парафин в изоляции конденсатора плавится, поэтому парафинированная бумага теряет свои изоляционные свойства и пробивается. Зажигание рабочей смеси в таком случае невозможно, и признаком этого является сильное искрение между контактами прерывателя.

5. Монтажная схема электрооборудования автомобилей ЗИС-3 и ЯЗ фиг. 109.

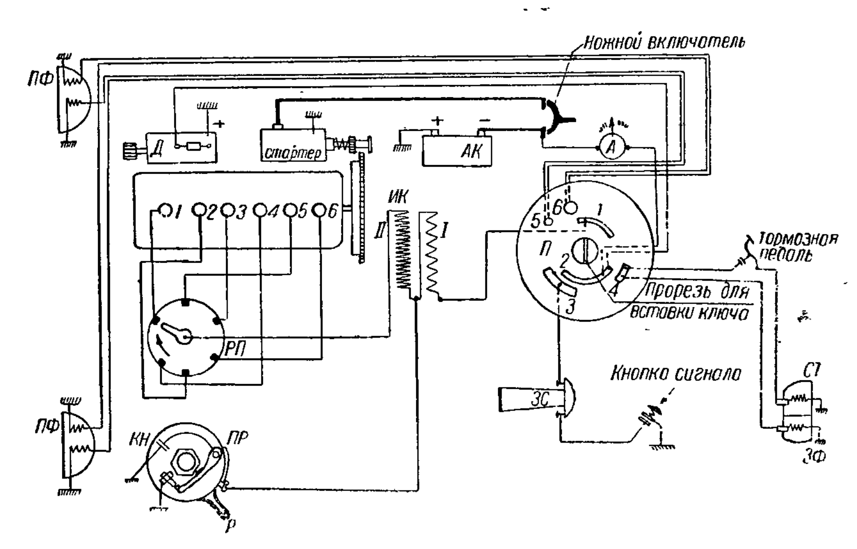
После подробного разбора полной схемы автомобиля ГАЗ не представляет трудности самостоятельно разобраться в схеме оборудования ЗИС-3 (АМО-3) и ЯЗ.

Перечислим сегменты переключателя, к которым присоединяются провода: *1*—зажигания, *2*—динамо и аккумулятора, *3*—сигнала, *4*—заднего фонаря, *5* и *6*—передних фар (лампы загородной и городской езды).

Соответственно перечисленным сегментам на вращающейся части

переключателя имеются выступы — контакты *1'* и *2'*, которые замыкают сегменты *1* и *2*, приключая первичную цепь зажигания к аккумулятору и динамо. Контакты *3'*, *4'*, *5'* замыкают при определенном положении неподвижные сегменты *3* (сигнал), *4* (задний фонарь и стоп-сигнал), *5—6* (лампы передних фар).

С помощью рукоятки поворачивающаяся часть выступающими контактами замыкает неподвижные сегменты, осуществляя таким образом соединение потребителей с источником энергии — аккумулятором и динамо. Включение стартера осуществляется также нажатием ноги на выключатель.



Фиг. 109. Монтажная схема электрооборудования автомобиля ЗИС-ЯЗ.

Положение ручки переключателя: *0* — все выключено, *1* — действует сигнал и зажигание, *2* — дополнительно включаются лампы для езды по городу и задний фонарь, *3* — включается лампа для езды за городом.

6. Монтажная схема электрооборудования трактора Клетрак (система Делько-Реми, фиг. 110)

Уход за электрооборудованием на тракторе Клетрак.

Как общее правило все аппараты электрооборудования содержатся в чистоте. На кожухе вала прерывателя-распределителя имеется штауферная масленка, которая заворачивается на один полный оборот через 16 часов работы.

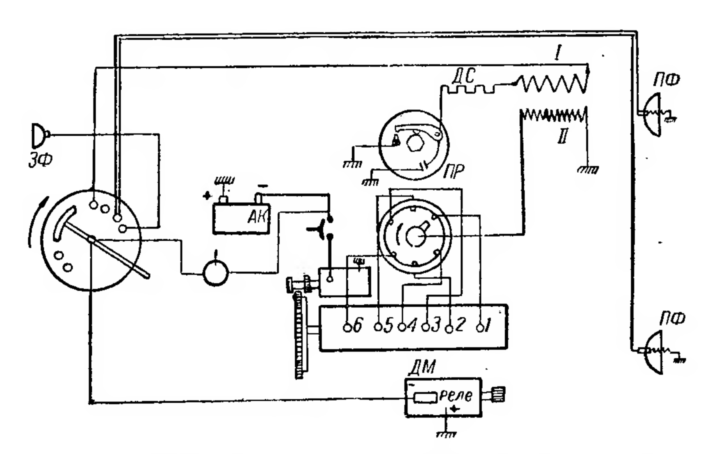
Часто в зажигании бывают неисправности сопротивления нихромовой проволоки. Эта проволока или рвется от пережога, тогда в бобину ток не поступает, или между ее витками происходит замыкание, тогда через катушку поступает ток большей величины, и контакты прерывателя подгорают.

Подгоревшие контакты реле, установленного на динамомашине, необходимо защищать, и если реле не выключает динамомашину

после ее остановки, то будет проходить через нее ток аккумуляторной батареи.

Поэтому после остановки двигателя следует всегда посмотреть на амперметр, который укажет в таком случае разрядку аккумулятора. Для устранения этого недостатка следует подтянуть пружину реле, отжимающую верхний контакт.

На тракторе Клетрак установлен аккумулятор Виллард, напряжением в 12 вольт, емкостью в 120 ампер-часов.



Фиг. 110. Монтажная схема электрооборудования трактора Клетрак.

7. Электрооборудование тракторов, участвующих в международных дизельных испытаниях в 1934 г., в учебно-опытном совхозе № 2.

Отметим здесь электрооборудование только на двух тракторах, так как оборудование остальных либо подобно разбираемым, либо совершенно отсутствовало.

1. На тракторе ХТЗ, с двигателем конструкции НАТИ, установлено динамо завода АТЭ, мощностью 60 ватт, причем схема электропроводки та же, что и на тракторе СТЗ. В схему входят: динамомашина с ременным приводом, передняя и задняя фары, разветвительная коробка, переключатель.

2. Трактор Катерпиллар 100 *л. с.*

В электрооборудование трактора входят: динамо Бош RIB $\frac{75}{6}$ 900 (мощность 75 ватт), аккумулятор 6 вольт, две фары, расположенные на кабинке трактора, сзади цветной фонарик, амперметр со шкалой 10—0—10, переключатель.

Система однопроводная, провод бронированный.

Пусковой 2-цилиндровый бензиновый мотор оборудован: 2-цилиндровым магнето Эйземан, модель $CL_2 = 2$.

Точное такое же оборудование, за исключением аккумулятора, было установлено и на тракторе Катерпиллар 50 *л. с.*

Таким образом мы видим, что ничего нового в систему электрооборудования на дизельных тракторах не внесено, мощности источников электроэнергии — незначительны.

Кроме того, следует отметить, что система освещения работала исправно на многих тракторах весьма непродолжительный срок из-за несовершенства конструкции переключателя, замыкания в проводах. Реле-регулятор Бош также отказывал в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Чудаков, Электрооборудование автомобилей, 1931 г.

Карпов, Электрооборудование автомобилей и тракторов, 1931 г.

Рубин, Пособие к курсу электрооборудование авиаустановок, 1932 г.

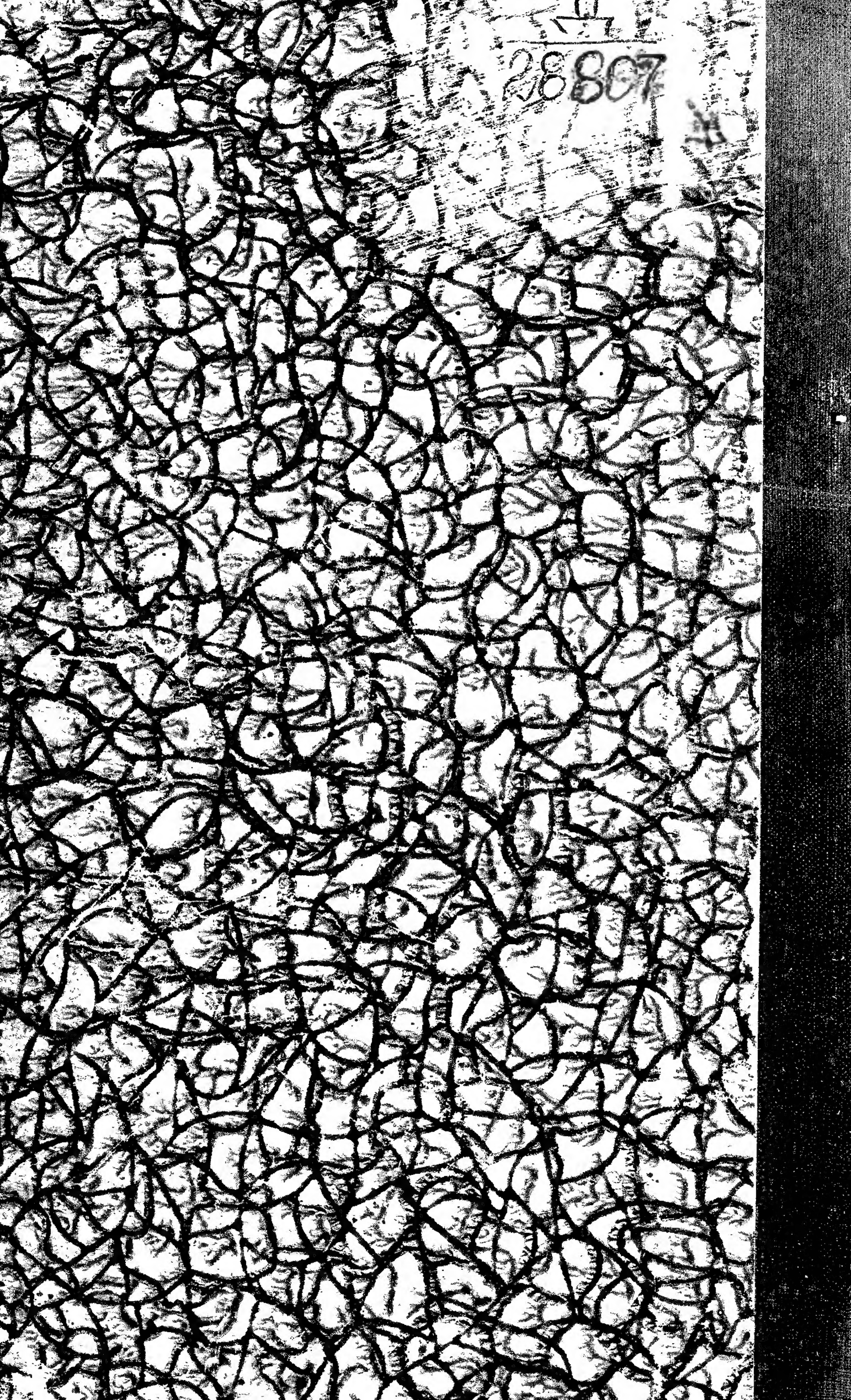
Журнал „Механизация и моторизация РККА" № 6—9, 1934 г.

Круг, Основы электротехники, 1932 г.

Материал Центрального отдела механизации при ОУС № 2 по вопросам электрооборудования.

Иванов и Луценко, Электрооборудование автомобилей и тракторов, 1934 г.

Журнал „Электрификация и монтер" № 4, 1934 г.


28807